

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD  
PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA  
EMPRESA DE TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA**  
**CAMPOS VERA, ILLAREC ANABELI**

**Chiclayo, 16 de Julio del 2018**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD  
PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA  
EMPRESA DE TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.**

PRESENTADA POR:

**CAMPOS VERA, ILLAREC ANABELI**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

---

Ing. Espinoza García Urrutía, María Luisa  
PRESIDENTE

---

Mgtr. Vera Lázaro, Alejandro  
SECRETARIO

---

Ing. Sánchez Pérez, Joselito  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida y durante toda mi educación, adquiriendo experiencias perfectamente mantenidas a través del tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa de TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L. por brindarme su apoyo y poder realizar esta tesis.

A mi asesor Manuel Albines Prado por su orientación brindada en la elaboración de esta tesis y por ser parte de mi formación profesional.

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

Hoy en día la gestión del mantenimiento ha evolucionado, es así que la búsqueda de nuevas formas de trabajo ha hecho que la empresa vea al mantenimiento como una inversión, y no como un gasto, debido a la importancia que tienen los procesos de mantenimiento dentro de la ejecución de las actividades de una empresa.

La empresa SAYVAN E.I.R.L. con 5 años dedicada al transporte de carga de materiales de construcción en el departamento de Lambayeque, cuenta con un plan de mantenimiento preventivo el cual no permite prever las fallas, ni contar con los repuestos de manera adecuada, solo se centran en solucionar las fallas luego que estas han ocurrido, esto implica baja disponibilidad de los activos y altos costos de reparación, lo cual afecta la utilidad de la empresa.

El presente trabajo de investigación propone un nuevo plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en La Empresa de Transportes SAYVAN E.I.R.L. En primer lugar se realizó el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento que se le aplica a la flota de volquetes, donde se evaluó el nivel de ventas de la empresa el cual ha ido decreciendo en los últimos años. Con la ayuda los indicadores de mantenimiento se identificaron que los volquetes; de acuerdo al tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación, que presentan una baja disponibilidad los volquetes v1 con 24% con, v3 con 29%, v5 con 35%, v6 con 42% y con alta disponibilidad los volquetes v2 con 43%, v4 71% y v7 con 47% y el costo del mantenimiento correctivo es de S/ 197020,88.

Luego se desarrolló el plan de mantenimiento preventivo enfocado en la confiabilidad de RCM, utilizando herramientas como el análisis de criticidad de factor crítico para determinar los sistemas del volquete más críticos y analizando los modos y efectos de falla de cada sistema y actividades de Mantenimiento establecidas que mitigan los defectos que surgieron como el más concurrente. Este plan fue desarrollado con períodos de seguimiento en horas.

Finalmente se analizó el costo / beneficio del proyecto, el costo de implementación del plan de mantenimiento preventivo es S/144 397, 4 y el beneficio para la compañía es S / 52 623, 48, permitiendo incrementar la rentabilidad de la empresa a 36.4%.

**Palabras claves:** Mantenimiento preventivo, RCM, rentabilidad, transporte.

## ABSTRACT AND KEYWORDS

Nowadays maintenance management has evolved, so the search for new ways of working has made the company see maintenance as an investment, and not as an expense, due to the importance of maintenance processes within the company. The execution of the activities of a company.

The company SAYVAN E.I.R.L. With 5 years dedicated to the transport of cargo of construction materials in the department of Lambayeque, has a preventive maintenance plan which does not allow foreseeing faults, nor have spare parts adequately, only focus on fixing faults after that these have occurred, this implies low availability of assets and high repair costs, which affects the utility of the company.

This research work proposes a new preventive maintenance plan focused on reliability to increase profitability in the Transport Company SAYVAN E.I.R.L. First of all, the diagnosis of the current situation of the maintenance applied to the dump truck fleet was made, where the level of sales of the company was evaluated, which has been decreasing in recent years. With the help the maintenance indicators were identified that the dump trucks; according to the average time between failures and the average repair time, which have a low availability v1 dump trucks with 24% with, v3 with 29%, v5 with 35%, v6 with 42% and with high availability dump trucks v2 with 43 %, v4 71% and v7 with 47% nd the cost of corrective maintenance is S / 197 020,88.

Then the preventive maintenance plan focused on RCM reliability was developed, using tools such as critical factor criticality analysis to determine the most critical tipper systems and analyzing the modes and failure effects of each system and established maintenance activities that they mitigate the defects that emerged as the most concurrent. This plan was developed with follow-up periods in hours.

Finally the cost / benefit of the project was analyzed, the cost of implementation of the preventive maintenance plan is S/ 144 397,4 and the benefit for the company is S/ 52 623, 48, allowing to increase the profitability of the company to 36,4%

**Keywords:** preventive maintenance, RCM , profitability, transport.

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	i
CARÁTULA CON JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	v
ABSTRACT AND KEYWORDS .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA .....	18
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA. ....	18
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	20
2.2.1. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO .....	20
2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	20
2.2.2.1. Mantenimiento Correctivo de Emergencia .....	20
2.2.2.2. Mantenimiento Correctivo Programado .....	21
2.2.2.3. Mantenimiento Preventivo .....	21
2.2.2.4. Mantenimiento Predictivo .....	21
2.2.3. DIFERENCIA ENTRE FALLAS Y AVERÍAS.....	21
2.2.4. INDICADORES DE MANTENIMIENTO .....	22
2.2.4.1. Confiabilidad .....	22
2.2.4.2. Mantenibilidad.....	22
2.2.4.3. Disponibilidad.....	22
2.2.5. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) .....	23
2.2.6. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (FMEA) .....	24
2.2.6.1. Tipos de FMEA.....	25
2.2.7. METODOLOGÍA DEL FMEA .....	26
2.2.7.1. Diagrama de Decisión .....	31
2.2.8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	35
2.3. RENTABILIDAD .....	37
2.3.1. RENTABILIDAD ECONÓMICA (RSI) .....	37
III. RESULTADOS .....	38
3.1. PRIMER OBJETIVO .....	38
3.1.1. LA EMPRESA .....	38

<b>3.1.2. PERSONAL.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.3. PROCESO DE SERVICIO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.4. MAQUINARIA .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.5. OPERACIONES ACTUALES .....</b>	<b>41</b>
3.1.5.1. Kilometraje recorrido .....	41
3.1.5.2. Ingresos de la empresa .....	46
3.1.5.3. Maquinaria alquilada.....	48
<b>3.1.6. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA.....</b>	<b>49</b>
3.1.6.1. Mantenimiento preventivo.....	49
3.1.6.2. Adquisición de repuestos .....	50
<b>3.1.7. ANÁLISIS DE CANTIDAD DE FALLOS .....</b>	<b>51</b>
3.1.7.1. Cantidad de fallos al año.....	51
3.1.7.2. Horas de parada .....	51
<b>3.1.8. INDICADORES DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>52</b>
3.1.8.1. Confiabilidad .....	52
3.1.8.2. Mantenibilidad.....	59
3.1.8.3. Disponibilidad .....	66
<b>3.1.9. IMPLICANCIA ECONÓMICA.....</b>	<b>73</b>
3.1.9.1. Material: Tierra Amarilla .....	73
3.1.9.2. Material: Tierra Negra .....	74
3.1.9.3. Material: Piedra .....	75
3.1.9.4. Material: Arena amarilla.....	76
<b>3.2. SEGUNDO OBJETIVO.....</b>	<b>78</b>
<b>3.2.1. ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL VOLQUETE VOLVO 1996.....</b>	<b>78</b>
3.2.1.1. Componentes del sistema automotriz sub sistema motor:.....	79
3.2.1.2. Componentes del sistema de transmisión.....	81
3.2.1.3. Sistema de dirección .....	82
3.2.1.4. Sistema de frenos .....	82
3.2.1.5. Sistema de suspensión .....	82
3.2.1.6. Sistema Eléctrico .....	83
3.2.1.7. Neumáticos .....	83
<b>3.2.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....</b>	<b>84</b>



3.2.3. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS .....	85
3.2.4. PLAN DE MANTENIMIENTO .....	100
3.2.4.2. Tareas a realizar .....	100
3.2.5. INDICADORES .....	107
3.2.5.1. Indicador de disponibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. ....	107
3.3. OBJETIVO 3: .....	108
3.3.1. VIAJES A INCREMENTAR.....	108
3.3.2. COSTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO .....	112
3.3.2.1. Costo de las herramientas.....	112
3.3.2.2. Costo de los materiales.....	113
3.3.3. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO .....	114
3.3.4. INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD .....	114
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	115
4.1. CONCLUSIONES .....	115
4.2. RECOMENDACIONES .....	116
VI. ANEXOS .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Escala para evaluar la ocurrencia en el FMEA.....	27
<b>Tabla 2.</b> Escala para evaluar la severidad en el FMEA .....	28
<b>Tabla 3.</b> Escala para evaluar la No Detección en el FMEA .....	29
<b>Tabla 4.</b> Formato de FMEA.....	31
<b>Tabla 5.</b> Hoja de información RCM .....	34
<b>Tabla 6.</b> Factores Ponderados a ser evaluados .....	36
<b>Tabla 7.</b> Rutas de abastecimiento .....	38
<b>Tabla 8.</b> Personal de la empresa .....	38
<b>Tabla 9.</b> Tipo de transporte que utiliza la empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L. ....	41
<b>Tabla 10.</b> Cantidad de viajes en el mes de Enero .....	41
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de viajes en el mes de Febrero .....	42
<b>Tabla 12.</b> Cantidad de viajes en el mes Marzo .....	42
<b>Tabla 13.</b> Cantidad de viajes en el mes de Abril .....	42
<b>Tabla 14.</b> Cantidad de viajes en el mes de Mayo .....	43
<b>Tabla 15.</b> Cantidad de viajes en el mes de Junio .....	43
<b>Tabla 16.</b> Cantidad de viajes en el mes de Julio .....	43
<b>Tabla 17.</b> Cantidad de viajes en el mes de Agosto .....	44
<b>Tabla 18.</b> Cantidad de viajes en el mes de Septiembre .....	44
<b>Tabla 19.</b> Cantidad de viajes en el mes de Octubre.....	44
<b>Tabla 20.</b> Cantidad de viajes en el mes de Noviembre.....	45
<b>Tabla 21.</b> Cantidad de viajes en el mes de Diciembre.....	45
<b>Tabla 22.</b> Kilometraje recorrido en el 2016.....	45
<b>Tabla 23.</b> Precio de los materiales .....	46
<b>Tabla 24.</b> Costo de mantenimiento correctivo vehicular de la flota de volquetes la empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L. ....	47
<b>Tabla 25.</b> Costos de volquetes alquilados.....	48
<b>Tabla 26.</b> Mantenimiento preventivo realizado .....	49
<b>Tabla 27.</b> Repuestos adquiridos al proveedor.....	50
<b>Tabla 28.</b> Frecuencia de fallos al año del volquete.....	51
<b>Tabla 29.</b> Horas de paradas por volquete .....	51
<b>Tabla 30.</b> Confiabilidad del volquete 1 .....	52
<b>Tabla 31.</b> Confiabilidad del volquete 2 .....	53

<b>Tabla 32.</b> Confiabilidad del volquete 3 .....	54
<b>Tabla 33.</b> Confiabilidad del volquete 4 .....	55
<b>Tabla 34.</b> Confiabilidad del volquete 5 .....	56
<b>Tabla 35.</b> Confiabilidad del volquete 6 .....	57
<b>Tabla 36.</b> Confiabilidad del volquete 7 .....	58
<b>Tabla 37.</b> Mantenibilidad del volquete 1 .....	59
<b>Tabla 38.</b> Mantenibilidad del volquete 2 .....	60
<b>Tabla 39.</b> Mantenibilidad del volquete 3 .....	61
<b>Tabla 40.</b> Mantenibilidad del volquete 4 .....	62
<b>Tabla 41.</b> Mantenibilidad del volquete 5 .....	63
<b>Tabla 42.</b> Mantenibilidad del volquete 6 .....	64
<b>Tabla 43.</b> Mantenibilidad del volquete 7 .....	65
<b>Tabla 44.</b> Disponibilidad del volquete 1 .....	66
<b>Tabla 45.</b> Disponibilidad del volquete 2 .....	67
<b>Tabla 46.</b> Disponibilidad del volquete 3 .....	68
<b>Tabla 47.</b> Disponibilidad del volquete 4 .....	69
<b>Tabla 48.</b> Disponibilidad del volquete 5 .....	70
<b>Tabla 49.</b> Disponibilidad del volquete 6 .....	71
<b>Tabla 50.</b> Disponibilidad del volquete 7 .....	72
<b>Tabla 51.</b> Costo variable de la tierra amarilla .....	73
<b>Tabla 52.</b> Costo fijo de tierra amarilla al Mes .....	73
<b>Tabla 53.</b> Utilidad de volquetes Sayvan .....	74
<b>Tabla 54.</b> Utilidad de volquetes tercerizados .....	74
<b>Tabla 55.</b> Costo variable de tierra negra .....	74
<b>Tabla 56.</b> Utilidad de volquetes Sayvan .....	75
<b>Tabla 57.</b> Utilidad de volquetes tercerizados .....	75
<b>Tabla 58.</b> Costo variable de piedra .....	75
<b>Tabla 59.</b> Utilidad de volquetes Sayvan .....	76
<b>Tabla 60.</b> Utilidad de volquetes tercerizados .....	76
<b>Tabla 61.</b> Costo variable de arena amarilla .....	76
<b>Tabla 62.</b> Utilidad de volquetes Sayvan .....	77
<b>Tabla 63.</b> Utilidad de volquetes tercerizados .....	77
<b>Tabla 64.</b> Esquema del sistema motriz .....	79
<b>Tabla 65.</b> Esquema del sistema motriz .....	80

<b>Tabla 66.</b> Esquema del sistema de transmisión .....	81
<b>Tabla 67.</b> Esquema del sistema de dirección .....	82
<b>Tabla 68.</b> Esquema del sistema de frenos .....	82
<b>Tabla 69.</b> Esquema del sistema de suspensión .....	82
<b>Tabla 70.</b> Esquema del sistema eléctrico .....	83
<b>Tabla 71.</b> Esquema del neumático .....	83
<b>Tabla 72.</b> Análisis de criticidad .....	84
<b>Tabla 73.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	86
<b>Tabla 74.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	87
<b>Tabla 75.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	88
<b>Tabla 76.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	89
<b>Tabla 77.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	90
<b>Tabla 78.</b> Análisis de modo de falla y efecto de falla.....	91
<b>Tabla 79.</b> Hoja de decisión de RCM.....	93
<b>Tabla 80.</b> Hoja de decisión de RCM.....	94
<b>Tabla 81.</b> Hoja de decisión de RCM.....	95
<b>Tabla 82.</b> Hoja de decisión de RCM.....	96
<b>Tabla 83.</b> Hoja de decisión de RCM.....	97
<b>Tabla 84.</b> Hoja de decisión de RCM.....	98
<b>Tabla 85.</b> Hoja de decisión de RCM.....	99
<b>Tabla 86.</b> Chequeo pre-operación volquete volvo .....	101
<b>Tabla 87.</b> Plan de Mantenimiento .....	102
<b>Tabla 88.</b> Plan de Mantenimiento .....	103
<b>Tabla 89.</b> Plan de Mantenimiento .....	104
<b>Tabla 90.</b> Cronograma de mantenimiento .....	105
<b>Tabla 91.</b> Horas de mantenimiento anual .....	106
<b>Tabla 92.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Enero .....	108
<b>Tabla 93.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Febrero .....	108
<b>Tabla 94.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Marzo .....	108
<b>Tabla 95.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Abril .....	109
<b>Tabla 96.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Mayo .....	109
<b>Tabla 97.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Junio .....	109
<b>Tabla 98.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Julio.....	109
<b>Tabla 99.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Agosto .....	110

<b>Tabla 100.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Setiembre .....	110
<b>Tabla 101.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Octubre .....	110
<b>Tabla 102.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Noviembre .....	110
<b>Tabla 103.</b> Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Diciembre .....	111
<b>Tabla 104.</b> Cantidad de viajes que aumenta al año.....	111
<b>Tabla 105.</b> Costo de herramientas .....	112
<b>Tabla 106.</b> Costo de Materiales .....	113
<b>Tabla 107.</b> Flujo de caja mejorado .....	114

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1.</b> Proceso de RCM.....	24
<b>Diagrama 2.</b> Diagrama de Decisión RCM .....	33
<b>Diagrama 3.</b> Activo y Mantenimiento.....	39
<b>Diagrama 4.</b> Proceso del servicio .....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Matriz general de Criticidad.....	37
<b>Gráfico 2.</b> Resultados de análisis en la matriz de criticidad .....	85

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Estado de resultado 2014- Ingresos .....	119
<b>Anexo 2.</b> Estado de resultados 2014- Mano de obra.....	120
<b>Anexo 3.</b> Estado de resultado 2014 - Combustible .....	121
<b>Anexo 4.</b> Estado de resultados 2014 - Provisiones de materiales .....	122
<b>Anexo 5.</b> Estado de resultados 2014 - Gastos Adm. y Financieros .....	123
<b>Anexo 6.</b> Estado de resultado 2015 - Ingresos .....	124
<b>Anexo 7.</b> Estado de resultados 2015 - Mano de obra.....	125
<b>Anexo 8.</b> Estado de resultados 2015 - Combustible.....	126
<b>Anexo 9.</b> Estado de resultados 2015- Provisiones de material.....	127
<b>Anexo 10.</b> Estado de resultados 2015 - Gastos Adm. y Financieros.....	128
<b>Anexo 11.</b> Estado de resultado 2016 - Ingresos .....	129
<b>Anexo 12.</b> Estado de resultado 2016 - Mano de obra .....	130
<b>Anexo 13.</b> Estado de resultado 2016 - Combustible .....	131
<b>Anexo 14.</b> Estado de resultado 2016 - Provisiones de materiales.....	132
<b>Anexo 15.</b> Estado de resultado 2016 - Gastos Adm. y Financieros .....	133
<b>Anexo 16.</b> Guía de remisión.....	134
<b>Anexo 17.</b> Guía de remisión.....	134
<b>Anexo 18.</b> Guía de remisión.....	135
<b>Anexo 19.</b> Formato de mantenimiento .....	135
<b>Anexo 20.</b> Formato de mantenimiento .....	136

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sistema de transporte es el componente más importante para la mayoría de las organizaciones, debido a que el éxito de una cadena de abastecimiento está estrechamente relacionado con su diseño y uso adecuado. El transporte es el responsable de mover los productos terminados, materias primas e insumos, entre empresas y clientes que se encuentran dispersos geográficamente, y agrega valor a los productos transportados cuando estos son entregados a tiempo, sin daños y en las cantidades requeridas (Acosta, 2010).

Por otra parte, la distribución física no solo es un costo, sino una poderosa herramienta de creación de demanda. Así, las compañías pueden atraer más clientes otorgándoles mejor servicio o precios más bajos; en cambio, pierden clientes cuando no logran suministrarles los bienes a tiempo. Por ello, que los vehículos dirigidos a este tipo de trabajos deben de encontrarse en buen estado y recibir el mantenimiento respectivo para evitar pérdidas de tiempos, de pedidos, reducir el impacto económico y fomentar la seguridad del trabajador, para ello la empresa debe contar con repuestos para reparar cualquier falla de emergencia y no incurrir en gastos adicionales.

Según el Ministerio de Transporte, en el Perú el 80% de carga se transporta en camiones. La costa, sierra y selva peruanas son consideradas camioneras por excelencia. Debido a la gran demanda de vehículos pesados, también se hace necesario un oportuno mantenimiento de los camiones. El servicio de mantenimiento consiste en la verificación temporal de las partes mecánicas del vehículo, con el objetivo de ponerlo en óptimas condiciones para que siga trabajando sin dificultad.

Actualmente, en el Perú se transporta distintos tipos de mercancías, entre las más comunes se encuentran los productos alimenticios, agua, minerales e industriales. Cabe destacar que los llamados agregados para la construcción o áridos minerales granulares como pequeños trozos de roca, arenas y gravas utilizados en la construcción de edificaciones, obras públicas y en aplicaciones industriales, representan las materias primas fundamentales e imprescindibles para el establecimiento, desarrollo y progreso de las sociedades.

Dentro de la región Lambayeque existe una empresa llamada Transportes SAYVAN E.I.R.L., que opera desde el año 2011 y pertenece al sector de transporte de carga por carretera ofreciendo el servicio de distribución de materiales de construcción y agregados. Esta empresa posee una flota de 7 volquetes de la marca volvo con capacidad máxima de 15 m<sup>3</sup> y tienen la disponibilidad de trabajo de 10 horas al día y 5 días a la semana. Además, alquila el servicio cuando sus volquetes se encuentran inactivos por alguna reparación mecánica, así mismo, por incremento de demanda.

También, la empresa transporte SAYVAN E.I.R.L. cuenta con un taller donde a las unidades de transporte se les realizan las reparaciones respectivas, todo ello desemboca en constantes actividades correctivas de emergencia y en ocasiones no tienen en almacén los repuestos que se requieren.

Es esencial para la empresa tener sus volquetes a disposición y en buen estado para realizar la distribución del material requerido hacia sus clientes, el problema de esta



empresa es que no aplican de manera eficiente el plan de mantenimiento que les permitan reducir las fallas mecánicas, no alquilar el servicio por causa de la inactividad de sus volquetes, paradas no planificadas y por ende los costos de reparación en forma correctiva. Ellos actúan de acuerdo a las fallas que presenten los volquetes ya sea por desgaste de los repuestos o por algún problema externo como el peso, el mal estado de las carreteras, entre otras.

Para solucionar estos inconvenientes, se propondrá un plan de mantenimiento preventivo basado en el método de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la rentabilidad en la empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L. que ayudará a garantizar la continuidad en el funcionamiento y la prolongación de la vida útil de los vehículos y disminuir los costos de mantenimiento en los que incurre la empresa.

Por ello, se realizará primero el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de la flota de volquetes de la empresa, se elaborará un plan de mantenimiento basado en el método Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) para los volquetes, que nos ayudará a ver la criticidad de la falla, y finalmente se analizará el Costo/Beneficio del desarrollo el plan de mantenimiento preventivo y/o su tercerización en la empresa SAYVAN E.I.R.L.

## II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Petrovic y Car (2014), en su investigación: ***“Implementación de la Metodología RCM sobre el ejemplo de Ciudad Abastecimiento”***, busca evaluar la posibilidad de aplicar el RCM en sistemas de estructuras de abastecimiento para optimizar frecuencia de tareas de mantenimientos, primero se determinó el sistema crítico que es la estación de bombeo teniendo en cuenta los límites del sistema y sus funciones que es conducir, bombeo de agua y la más importante cloración del agua, luego se analizó las funciones y fallas funcionales del subsistema de cloración del agua que ayudo a realizar la matriz de interdependencias entre modos de falla de componentes y fallas funcionales en donde se clasificaron en dos grupos y se determinó que al aplicar la metodología RCM se estableció que el 61% de las fallas podrían evitarse o que su efecto podría reducirse mediante selección y repetición periódica de tareas de mantenimiento preventivo y 39% para el mantenimiento correctivo. Por lo tanto, se puede concluir que las obras hidráulicas de la ciudad son sistemas adecuados para la aplicación de la metodología RCM.

Rodríguez y Bonet (2013), en su investigación: ***“Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga”***, proponen nuevos métodos de trabajo, metodologías, formatos para concebir nuevas cartas de mantenimiento diario, a la salida y a la llegada de cada viaje y formas para implantar e interrelacionar modernas filosofías de gestión del mantenimiento, aplicando técnicas matemáticas para validar resultados obtenidos por estudios cualitativos, para ello, se estableció nuevos sistemas de mantenimiento, en el cual se clasificó las maquinas, luego se implantaron las propuesta de mantenimiento para lograr la mayor disponibilidad al costo que sea necesario, después se realizó el cálculo de prioridades de las acciones de mantenimiento existentes, de acuerdo a ello se realizó un análisis técnico económico, concluyendo la entidad debe tener un sistema de mantenimiento que sea la combinación del predictivo y el preventivo, el cual también trae consigo un beneficio de ahorro económico.

Montilla y Arroyave (2010), en su investigación: ***“Aplicación de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad RCM, Previa existencia de mantenimiento preventivo”***, busca mejorar el plan de mantenimiento preventivo maduro, para ello, se aplicó un programa de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, con lo cual se modificó su programa de mantenimiento preventivo, simplificándolo, y haciéndole aportes de Mantenimiento predictivo y Mantenimiento Autónomo, donde primero se determinó las funciones principales y secundarias que cumplía el vehículo de carga, después se idéntico las fallas potenciales y modos de falla, luego se realizó un análisis de criticidad con el tiempo de frecuencia juntamente se realizó la toma de decisión a partir del cálculo NPR, finalmente se rediseño el plan de

mantenimiento. El rediseño de la función de mantenimiento ha logrado reducir la carga de trabajo de mantenimiento, sin reducir la disponibilidad de las máquinas, y en el peor de los casos la preservación de la fiabilidad.

Fore y Msipha (2010), en su investigación: ***“Mantenimiento preventivo mediante el mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM): un estudio de caso de una compañía de fabricación de ferrocromos”***, busca mejorar la disponibilidad de los equipos, incrementar la producción al mes y reducir los costos de mantenimiento del costo total de fabricación. Mediante la aplicación del RCM que permitió un análisis crítico de los equipos que usan FMEA se determinó estrategias de mantenimiento preventivo que permiten que el tiempo de inactividad disminuye y por ende hay incremento de disponibilidad que asegura un aumento de producción, en lugar de producir 5-6 cargas por mes, se modificó a 8 cargas por mes. Una vez que se ha establecido RCM, es fácil determinar el equipo crítico de la planta usando el análisis ABC. El inventario de repuestos de mantenimiento está optimizado, lo que reduce el costo incurrido por las condiciones de funcionamiento de pánico. La aplicación del RCM a logrado aumentar la disponibilidad en un promedio de 84%, así mismo incrementar la producción de 8 cargas y 15 lingotes al mes y por ultimo optimizó los costos de mantenimiento en un 20%.

Mahesh y Ram (2010), en su investigación: ***“Plant maintenance management practices in automobile industries: A retrospective and literature review”***. This paper endeavors to present a classification, review and analysis of the literature on Plant Maintenance Management Practices (PMMP) employed in Automobile Industries. There is a considerable amount of published research available concerning plant maintenance during the last few decades. Similarly many research articles are available which focuses on various aspects of automobile industries. However, very few studies focus on critical examination of maintenance practices in Automobile Industries in particular. Hence considering the slump in automobile industries in the recent times, a wide-ranging and focused review is attempted here and only those researches have been examined which mainly concentrates on this core aspect. Thus one of the objectives of this literature review is to investigate the present state of Plant Maintenance Management Practices, based on studies conducted in different countries and published in a variety of journals over the past two decades. An examination of 55 pertinent research studies have shown that the publications can be grouped in two categories namely Conceptual and Empirical Research. An analysis of these research articles published between 1990 and 2008, revealed that current maintenance practices ranges from conventional to the latest techniques for optimizing maintenance function like TPM, RCM and Proactive Maintenance. These studies focused more on maintenance problem solving and the main difficulties are reported along with probable solutions. Another goal of the paper is to analyze the articles by year and type of journal they were published in, to determine the trends in maintenance management studies and recommend future direction for research.

Mahesh y Ram (2010), en su investigación: *“Plant maintenance management practices in automobile industries: A retrospective and literature review”*. Busca investigar el estado actual de la gestión del mantenimiento de la planta de automóviles basadas en estudios realizados en diferentes países, para ello se buscó y selecciono artículos de investigación publicados entre 1990 y 2008, el cual aplicaban métodos para la optimización de la función de mantenimiento como TPM, RCM, además se centraron en la solución de problemas de mantenimiento y las principales dificultades, donde empresas como Mobly tuvo una mejora continua en sus costos de mantenimiento de 40% a 15%, concluyendo que para empresas que trabajando con automóviles es indispensable contar con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo o predictivo, que es una inversión pero a largo plazo uno ahorro y así no decaigan en su economía empresarial y poder mantener la confiabilidad de disponibilidad de la unidad móvil.

## **2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO**

Los sistemas de mantenimiento han ido evolucionando con el tiempo y hoy no pueden dejarse de lado en ninguna de sus variadas formas y versiones, si pretendemos la conservación y actividad adecuada de los equipos.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos.

### **2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

#### **2.2.2.1. Mantenimiento Correctivo de Emergencia**

Según (Boero 2012). Este tipo de mantenimiento se deberá actuar lo más rápidamente posible, la intervención se realiza con el motivo de la avería, por tanto, el operador del equipo avisa de la falla e interviene el personal de mantenimiento. En consecuencia, este tipo de mantenimiento resulta costoso por los siguientes factores:

- ✓ Necesidad de exceso de personal.
- ✓ Disponibilidad de especialistas de diferentes áreas.
- ✓ Gran surtido de repuestos.
- ✓ Reparaciones costosas e inseguras.
- ✓ Mayor duración de las intervenciones.

#### **2.2.2.2. Mantenimiento Correctivo Programado**

Según (Fucci 2002). Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa muchas veces ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se va acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando a ejecutar toda tarea que no se podría hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, se aprovecha para las paradas, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

#### **2.2.2.3. Mantenimiento Preventivo**

Según (Fucci 2000). Este mantenimiento está basado en intervenciones programadas, con el objetivo de disminuir el número de fallas que se presentan durante las operaciones de una fábrica, disminuyendo considerablemente el número de estos, así como su grado de complejidad; lo que a su vez se traduce en ahorro de costos. Entre las actividades típicas que representan este método se pueden enumerar: limpieza, ajustes, lubricación, etc.

La principal ventaja del mantenimiento preventivo frente a las técnicas estrictamente correctivas radica en una importante reducción de las paradas eventuales, obtenida al introducir una cierta periodicidad en la observación y reparación del sistema.

#### **2.2.2.4. Mantenimiento Predictivo**

Según (Cuatrecasas 2000). Define al mantenimiento predictivo como un mantenimiento basado en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan; por eso se puede decir que es el mantenimiento del presente y, sobre todo, del futuro. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en qué condiciones normales las averías no aparecen de repente, sino que mantienen una evolución.

### **2.2.3. DIFERENCIA ENTRE FALLAS Y AVERÍAS**

Según (Boero 2012) se define a una avería como el deterioro o desperfecto en cualquier órgano o elemento de un equipo que impide el funcionamiento normal de éste.

En la industria se entiende por avería la falla que impide que la instalación mantenga un nivel productivo. Ese concepto debe ampliarse incluyendo aquellas fallas que ocasionan falta de calidad en el producto, falta de seguridad, pérdidas energéticas y contaminación ambiental.

## 2.2.4. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

### 2.2.4.1. Confiabilidad

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

$$CONFIABILIDAD = TPEF = \frac{\sum HROP}{NTFALLAS}$$

TPEF: tiempo promedio entre fallas

HROP: Horas de operación

NTFALLAS: Número total de fallas

### 2.2.4.2. Mantenibilidad

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos.

$$TPPR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Número de averías}}$$

$$\text{Tasa de reparación } (\mu) = \frac{1}{TPPR}$$

### 2.2.4.3. Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para

la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

$$Disponibilidad = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

TPEF: tiempo promedio entre fallas

TPPR: tiempo promedio para reparar

### 2.2.5. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

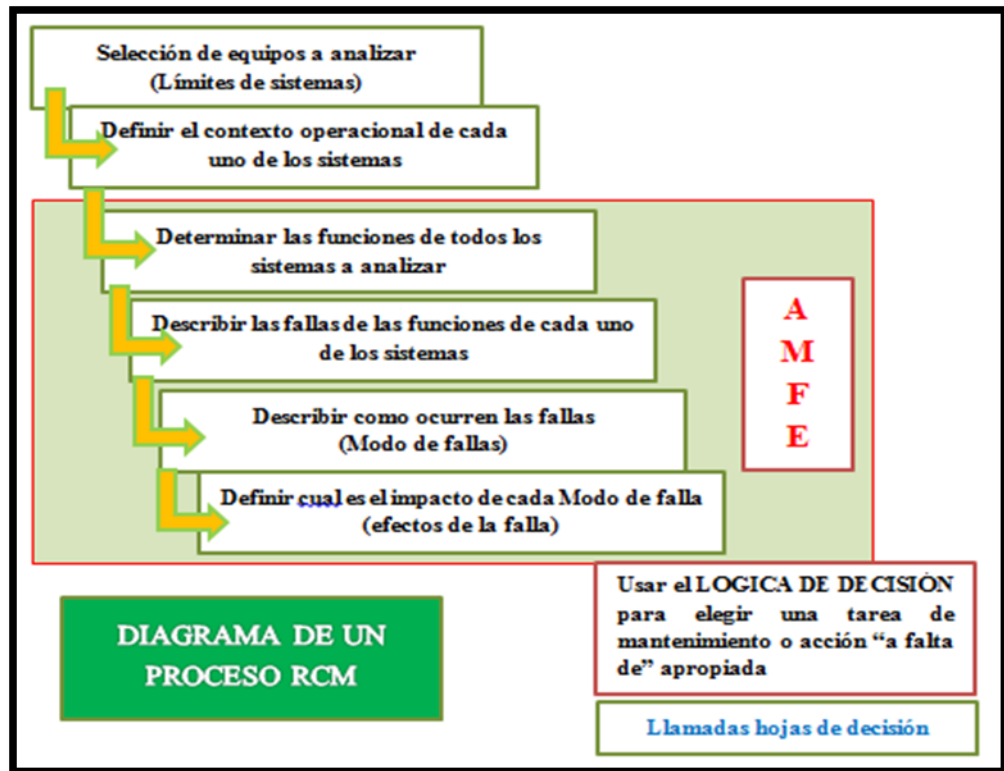
Para (O. García 2012) el RCM es una metodología diseñado por la aviación militar en la USA. Su fin último es ayudar al personal de mantenimiento, a definir la mejor práctica para garantizar la confiabilidad de la función de los activos fijos y manejar los efectos de sus fallas.

La definición formal de RCM, “el mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo de trabajo multidisciplinario, se encarga de optimizar la Confiabilidad Operacional de un sistema productivo, que funciona bajo condiciones de operaciones definidas, estableciendo las actividades más efectivas en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, considerando los posibles efectos que originan los modos de falla de estos activos, en la seguridad, el medio ambiente y las funciones operacionales”.

Un programa de RCM se basa en responder de una manera sistemática y estructura las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son las funciones y sus estándares de operación en cada sistema, Tomando en cuenta el contexto operacional?
- ✓ ¿Respecto a sus funciones como falla cada equipo?
- ✓ ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ✓ ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla?
- ✓ ¿Cuál es el impacto real de cada falla?
- ✓ ¿Cómo se puede prevenir cada falla?
- ✓ ¿Qué debe hacerse si no es posible prevenir una falla funcional?

En el **Diagrama 1**, se muestra el proceso de RCM donde se puede observar las diferentes etapas que se debe de realizar durante la aplicación de la metodología de RCM al sistema que desee analizar.



**Diagrama 1. Proceso de RCM**

Fuente: memorias curso mantenimiento centrado en confiabilidad. 2010

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos fijos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente.

El resultado de cada análisis de RCM, es una lista de responsabilidades de mantenimiento que permiten aumentar la efectividad, confiabilidad, disponibilidad y rendimiento operativo del equipo, con un alto nivel de eficacia en costos. El éxito del RCM se debe a que se convierten hoy en día, en una estrategia principal en las empresas de clase mundial.

## 2.2.6. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (FMEA)

(O. García 2012) El Análisis de modos y efectos de fallas es la herramienta básica del RCM. El FMEA es un método que permite establecer los modos de fallas de los componentes de un equipo, o sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan. De esta forma se pueden clasificar las fallas por orden de importancia, logrando especificar las tareas de mantenimiento para las áreas que están generando un mayor impacto económico, con el fin de mitigarlas o eliminarlas completamente. Las etapas básicas necesarias para el desarrollo del Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA) son:

2. Definir los equipos a evaluar
3. Identificar las funciones de cada equipo
4. Determinar las fallas funcionales
5. Determinar los modos de fallas



## 6. Determinar los efectos de fallas

Una de las ventajas potenciales del FMEA, es que esta herramienta es un documento dinámico, en el cual se puede recopilar y clasificar mucha información acerca de los productos, procesos y el sistema en general. La información es un capital invaluable de las organizaciones.

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de las fallas
- Identificar oportunidades de mejora.
- Considerar la información del FMEA como recurso de capacitación en los procesos.

### 2.2.6.1. Tipos de FMEA

- **FMEA de Sistema:** aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.  
Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema.
- **FMEA de Diseño:** El objeto del estudio es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamientos a aplicar y los posibles problemas de realización.  
Se enfoca hacia los Modos de falla asociados con la funcionalidad de un componente u operación causados por el diseño.
- **FMEA de Proceso:** Se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente. Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante.  
Se usa para analizar los procesos de instalación, fabricación y ensamble. Se enfoca a la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende.

### 2.2.7. METODOLOGÍA DEL FMEA

- **Identificación de los Componentes del producto**, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para su fabricación, y de las funciones que desempeña cada uno de ellos.
- **Determinar la Función del Componente**, es el fin por el cual ha sido elaborado.
- **Identificar la Falla Funcional**, es la anti-función del componente por el cual opera de manera anormal.
- **Identificación del Modo de Fallo**. Dado que el estudio es sobre modos potenciales de fallo, se deben indicar todos los fallos susceptibles de producirse.
  - Para el AMFE de diseño, se reflejan los Modos de Fallo de los componentes (por ejemplo: Rotura, desgaste, mal funcionamiento).
  - Para el AMFE de proceso, se reflejan los Modos de Fallo del proceso en cada etapa del mismo (por ejemplo: Materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operario no especializado).
- **Determinación del Efecto de Fallo**. Se determina para cada Modo de Fallo analizado, el o los efectos que el fallo produce en:
  - El producto para el usuario (por ejemplo: Ruidos, fugas, mal funcionamiento)
  - El proceso (por ejemplo: Parada del proceso, producto defectuoso, menor eficiencia) según se esté realizando un AMFE de diseño o de proceso.
- **Identificación de los Controles Actuales**. Se identifican los diferentes controles existentes o previstos, con objeto de evitar que se produzcan los diversos fallos y detectarlos en el caso de que aparezcan.

- **Determinación de la Probabilidad de Ocurrencia**

INDICE DE OCURRENCIA (O): Probabilidad de que se presente el fallo en el uso o en el proceso de elaboración. El valor 1 es una ocurrencia muy remota y el valor 10 ocurrencias concurrentes, como se muestra en la tabla:

**Tabla 1. Escala para evaluar la ocurrencia en el FMEA**

<b>Índice de Ocurrencia (O)</b>		<b>Valor</b>
<b>Escasa</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa	<b>1</b>
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo	
	Experiencia no concurrente o muy remota	
<b>Baja</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa	<b>2 - 3</b>
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo y Auto Control	
	Experiencia no concurrente o muy remota	
<b>Mediana</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa	<b>4 - 5</b>
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo y Auto Control no eficaz	
	Experiencias Concurrentes	
<b>Alta</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa	<b>6 - 7 - 8</b>
	No hay establecido Auto Control	
	Experiencias Concurrentes	
<b>Muy Alta</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa	<b>9 - 10</b>
	No hay establecido mantenimiento Preventivo y Auto Control	
	Experiencias Concurrentes	

**Fuente: (Moubray 2004)**

- **Determinación de la Severidad del Fallo**

Es la gravedad de un fallo, esta valorizado del 1 al 10, donde el valor uno es una severidad escasa mientras que el valor 10 es muy alta, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Escala para evaluar la severidad en el FMEA**

<b>Índice de Severidad (S)</b>		<b>Valor</b>
<b>Escasa</b>	La Falla del Equipo podría no causar problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	<b>1</b>
	La Falla del Equipo no afecta a la especificación del producto o su rendimiento	
	No hay tiempo de interrupción	
<b>Baja</b>	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas leves de seguridad o al medio ambiente del área circundante	<b>2 – 3</b>
	La falla del Equipo afectará levemente la especificación del producto o su rendimiento	
	El tiempo de interrupción debido a la falla es de menos de 15 minutos	
<b>Moderada</b>	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	<b>4 - 5 – 6</b>
	La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de la producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento	
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser desde 15 minutos hasta 1 hora máximo	
<b>Alta</b>	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	<b>7 - 8</b>
	La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de la producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento	
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser desde 1 hora hasta 4 horas máximo	
<b>Muy Alta</b>	La Falla del Equipo podría causar serios problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	<b>9 - 10</b>
	La falla del Equipo podría causar un volumen de producción importante fuera de especificación o afectar el rendimiento	
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser de 4 horas a más	

Fuente: (Moubray 2004)

- **Determinación de la Probabilidad de no Detección**

Es la probabilidad de no detectar el fallo antes de que suceda; esta valorizado del 1 al 10, donde 1 es una no detección (D) escasa mientras que el valor 10 es muy alta, se muestra en la tabla:

**Tabla 3. Escala para evaluar la No Detección en el FMEA**

<b>Índice de No Detección (D)</b>		<b>Valor</b>
<b>Remota</b>	Probabilidad de que ese Modo de Fallo no sea detectado	<b>1</b>
	Controles están concebidos para detectarlos pero puede pasar desapercibido	
	Puede ser reparado sin afectación a la producción	
<b>Poca</b>	Probabilidad de que el defecto no se detecte	<b>2 - 3</b>
	Controles están concebidos para detectarlos pero puede pasar desapercibido	
	Puede ser reparado afectando la producción	
<b>Mediana</b>	Probabilidad de que el defecto no se detecte	<b>4 - 5 - 6</b>
	Existen controles para detectarlo, pero no se aplica	
	Puede ser reparado afectando la producción	
<b>Alta</b>	Probabilidad de que el defecto, es posible su detección	<b>7 - 8</b>
	Los controles no están concebidos para detectarlo, pero el defecto puede detectarse	
	Puede ser reparado afectando la producción	
<b>Muy Alta</b>	Probabilidad de que el defecto, es posible su detección	<b>9 - 10</b>
	Los controles no están concebidos para detectarlo y con toda seguridad el efecto pasa	
	Puede ser reparado afectando la producción	

**Fuente: (Moubray 2004)**

- **Determinación del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)**

Se calcula el I.P.R. de acuerdo a la fórmula:

$$IPR = P \times G \times D$$

Para cada uno de los fallos:

P= probabilidad de ocurrencia

G= gravedad del fallo

D= probabilidad de no detección.

El IPR permite evaluar los diferentes niveles de riesgo y ordenarlos según sus prioridades. Estas prioridades determinan sobre qué modos de fallo es necesario tomar acciones correctoras, con objeto de reducir el correspondiente IPR.

500 – 1000 Alto Riesgo de falla

125 – 499 Riesgo de falla Medio

1 – 124 Riesgo de falla bajo

0 No existe riesgo de falla

Se deben atacar los problemas IPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el IPR es alto o bajo.

- **Acciones Correctivas,** Se indican las acciones correctoras propuestas para reducir el IPR de los modos de fallo seleccionados.

- **Responsable,** Se indican los responsables de las diferentes acciones propuestas y, si se cree preciso, las fechas previstas de implantación de las mismas.

- **Acciones Recomendadas**

Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo responsables de las mismas. Anotando la fecha de compromiso de implantación. Se pueden recomendar acciones encaminadas hacia:

- Eliminar o disminuir la OCURRENCIA de la causa del modo de falla
- Reducir la SEVERIDAD del modo de falla
- Incrementar la probabilidad de DETECCIÓN

- **Formato de Modos y Efectos de Falla**

**Tabla 4. Formato de FMEA**

AMEF del sistema de:	Análisis de Modo y Efecto de Fallas					Área				
	AMEF N°		Fecha de revisión		dd/mm/aa	Resp. Área				
	Descripción	Nombre de la Pieza		Código						
Descripción	Función que desempeña	Modo de falla	Efecto de falla	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable
				Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		

Fuente: The woodhouse partnership limited.

### 2.2.7.1. Diagrama de Decisión

Existe un diagrama que resume los criterios más importantes e integran todos los procesos de decisión en una estructura estratégica única, puede ser visto en el Diagrama 2 y se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información RCM (Tabla 4). (GUTIÉRREZ GALLEGO, 2008).

Las respuestas a las preguntas formuladas en el diagrama de decisión deben ser asentadas en la hoja de decisión mostrada en el Diagrama 2, este documento se divide en 16 columnas. Las primeras tres columnas son la referencia de información, las cuales permiten reconocer e identificar exactamente el modo de falla que se está evaluando en esa fila, Función (F), Falla funcional (FF), Modo de falla (MF).

Las siguientes cuatro columnas corresponden a la evaluación de las consecuencias.

- H: Consecuencia de Falla Oculta.
- S: Consecuencia para la Seguridad y el Medio Ambiente.
- E: Consecuencias Operacionales.
- O: Consecuencias No Operacionales.

Las columnas de la 8 a la 10 permiten registrar las tareas de la siguiente manera:

- H1/S1/O1/N1: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada.
- H2/S2/O2/N2: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.

- H3/S3/O3/N3: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica.

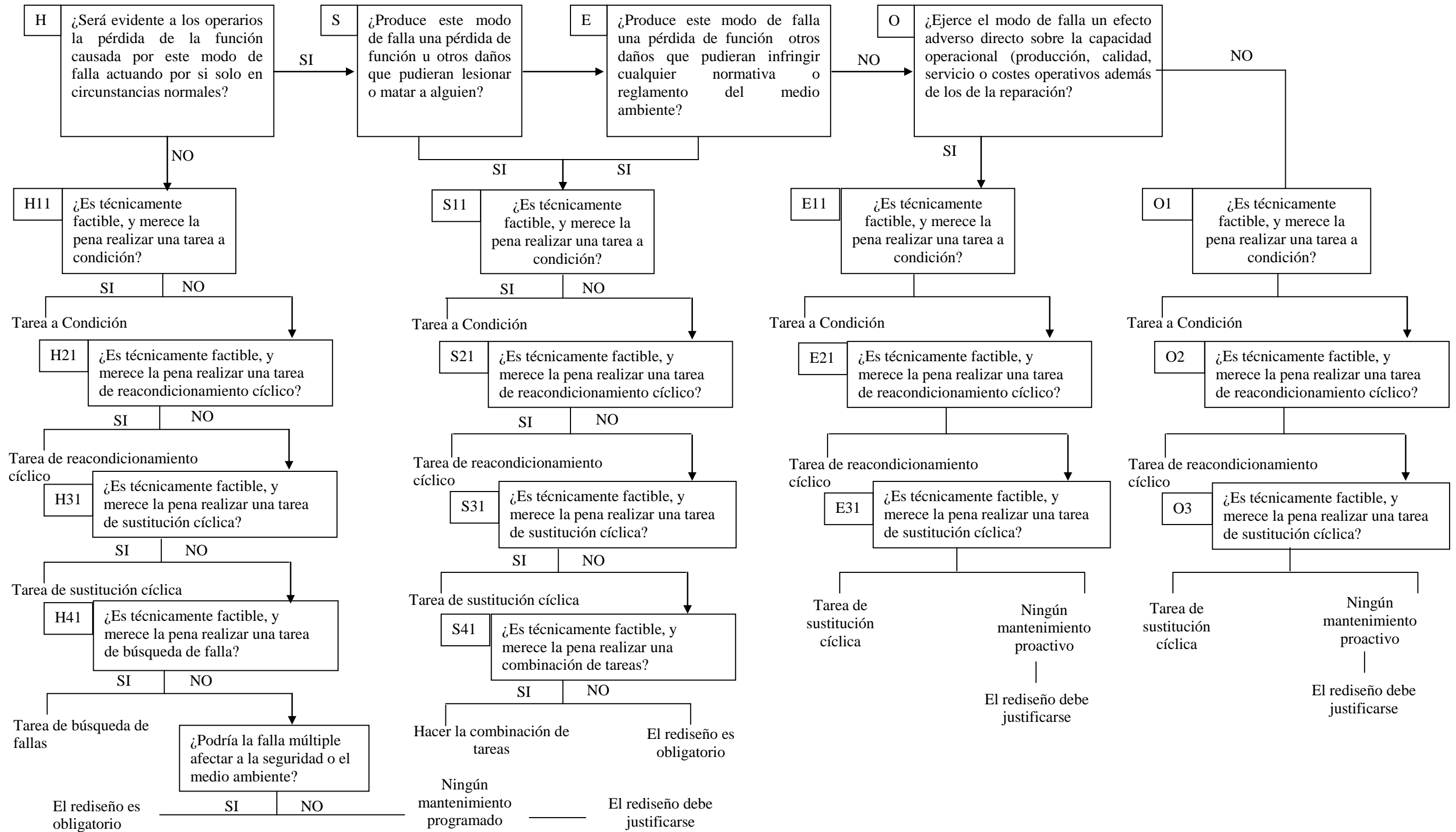
Las columnas H4, H5, S4 son utilizadas para registrar las respuestas a las a tres preguntas “a falta de” planteadas anteriormente las seleccionan si debe hacerse una tarea de búsqueda de fallas, un rediseño, una combinación de tareas o ningún tipo de mantenimiento programado.

En las últimas tres columnas se registra la tarea propuesta, intervalo de tiempo y quien está a cargo de la tarea.

En definitiva la hoja de decisión RCM muestra no sólo qué acción se ha seleccionado para tratar cada modo de falla, sino que también muestra porqué se ha seleccionado. Esta información es valiosa si en algún momento se presenta la necesidad de cambiar cualquier tarea de mantenimiento. (GUTIÉRREZ GALLEG0, 2008).

La metodología deja dos documentos que sirven como apoyo para definir las rutinas de mantenimiento que garanticen la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.





**Diagrama 2. Diagrama de Decisión RCM**  
**Fuente: Jhon Moubray, 2004**

**HOJA DE  
DECISIÓN  
RCM II**  
© 1990 ALADON LTD

**Tabla 5. Hoja de información RCM**

													<b>SISTEMA</b>				<b>Sistema N°</b>	<b>Facilitador:</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hoja N°</b>
													<b>SUBSISTEMA</b>				<b>Subsistema N°</b>	<b>Auditor:</b>	<b>Fecha</b>	<b>De</b>
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizarse por					
										H4	H5	S4								
F	FF	FM	H	S	E	O														

Fuente: Jhon Moubray, 2004

### 2.2.8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional, entendiéndose confiabilidad operacional como: la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico en un tiempo determinado.

El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización:

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo).
- Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción.
- Efecto en la calidad del producto.
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene.
- Costos de paradas y del mantenimiento.
- Frecuencia de fallas / confiabilidad.
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad).
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento.
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento.
- Disponibilidad de repuestos.

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Según (Woodhouse 1994) desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$CRITICIDAD = FRECUENCIA \times CONSECUENCIA$$

$$CONSECUENCIA$$

$$= ((\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo mantenimiento} + \text{Impacto a seguridad ambiental e higiene})$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad.
- Ambiente.
- Producción.
- Costos (operacionales y de mantenimiento).
- Tiempo promedio para reparar.
- Frecuencia de falla.

Factores ponderados se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la Tabla 6, se introducen en la fórmula de Criticidad Total (I) y se obtiene el valor global de criticidad.

Máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (ver Gráfico 1):

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

**Tabla 6. Factores Ponderados a ser evaluados**

Tabla 6. Factores Considerados a Ser Evaluados			
<b>Frecuencia de Fallas:</b>		<b>Costo de Mtto:</b>	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a S/. 2000	2
Promedio 1 – 2 fallas/año	3		
Buena 0.5 – 1 fallas/año	2	Inferior a S/. 2000	1
Excelente menos de 0.5 fallas/año	1		
<b>Impacto Operacional:</b>		<b>Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene (SAH):</b>	
Pérdida de todo el despacho	10		
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4		
No genera ningún efecto significativo	1		
Sobre operaciones y producción			
<b>Flexibilidad Operacional</b>			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4	Afecta el ambiente/instalaciones 7	
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2	Afecta las instalaciones causando daños severos 5	
Función de repuesto disponible	1	Provoca daños menores (ambiente-seguridad) 3	
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente 1	

**Fuente:** Grupo de consultoría inglesa The Woodhouse Partnership Limited

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

**Gráfico 1. Matriz general de Criticidad**

Fuente: Grupo de consultoría inglesa The Woodhouse Partnership Limited

### 2.3. RENTABILIDAD

Rentabilidad es una noción que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan unos medios, materiales, humanos y financieros con el fin de obtener unos resultados. En la literatura económica, aunque el término rentabilidad se utiliza de forma muy variada y son muchas las aproximaciones doctrinales que inciden en una u otra faceta de la misma, en sentido general se denomina rentabilidad a la medida del rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen los capitales utilizados en el mismo. Esto supone la comparación entre la renta generada y los medios utilizados para obtenerla con el fin de permitir la elección entre alternativas o juzgar la eficiencia de las acciones realizadas, según que el análisis realizado sea a priori o a posteriori.

#### 2.3.1. RENTABILIDAD ECONÓMICA (RSI)

Rentabilidad sobre la Inversión (RSI) o Rendimiento sobre los Activos totales (RSA): “razón que da una idea del rendimiento global sobre la inversión realizada en la empresa; se calcula dividiendo la utilidad neta entre los activos totales. (Contreras, 2005). La RSI es una medida fundamental de la rentabilidad económica y puede ser utilizada en tres áreas de gran importancia, según Bernstein (1995) el RSI permite: obtener un indicador de la efectividad de la dirección, medir la capacidad de la empresa para generar un rendimiento satisfactorio de la inversión y ser un método para la proyección de beneficios.

El beneficio neto a ventas mide los resultados de explotación y la rentabilidad; la relación de activo mide la utilización de activos, es decir, la efectividad como se generan ventas utilizando los activos disponibles.

$$RSI = \text{Beneficio Neto} \div \text{Activos Totales}$$

### III. RESULTADOS

#### 3.1. PRIMER OBJETIVO

Diagnosticar la situación del mantenimiento actual de la flota de volquetes en La Empresa Sayvan E.I.R.L.

##### 3.1.1. LA EMPRESA

Transporte SAYVAN E.I.R.L. se encuentra situada en el departamento de Lambayeque, exactamente en PJ Luis Alberto Sánchez – Chiclayo. Comenzó sus actividades en el año 2011 en el sector de transporte de carga por carretera. Esta empresa distribuye diferentes productos como: arena gruesa amarilla, arenilla, hormigón, tierra negra, arcilla, piedra over, piedra base, tierra amarilla, piedra chancada, gravilla, confitillo, caolín.

Esta empresa se abastece de la cantera de Ferreñafe (tres tomas), Pátapo, San José en la **Tabla N°1** se observa las 4 rutas con sus respectivo kilometraje y cantidad de horas de viaje que el volquete realiza, además, los volquetes trabajan 10 horas al día como tiempo disponible y 5 días a la semana.

**Tabla 7. Rutas de abastecimiento**

Ruta	Origen	Destino	Km	Horas de Viaje (ida y vuelta)	Horas de trabajo al día del volquete
1	San José	Chiclayo	84,2	2	10 h/día
2	Chiclayo	Muchumi	95,6	2	
3	Chiclayo	Ferreñafe	148,4	3	
4	Chiclayo	Pátapo	165,6	4	
<b>Promedio</b>			<b>123,45</b>	<b>2,75</b>	

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

##### 3.1.2. PERSONAL

La empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L. es una pequeña empresa que cuenta como máximo una persona por cada área de trabajo, excepto los choferes.

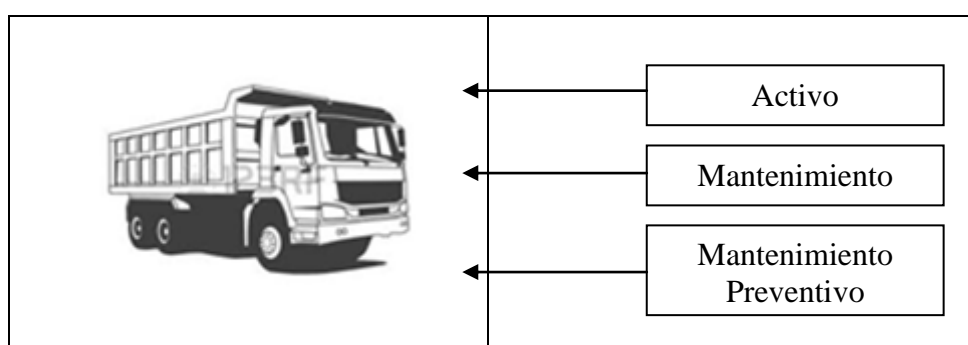
**Tabla 8. Personal de la empresa**

Cargo	Cantidad
Administrador	1
Contador	1
Logística	1
Asistente comercial	1
Cajera	1
Mecánico	1
Electricista	1
Choferes	7

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

### 3.1.3. PROCESO DE SERVICIO

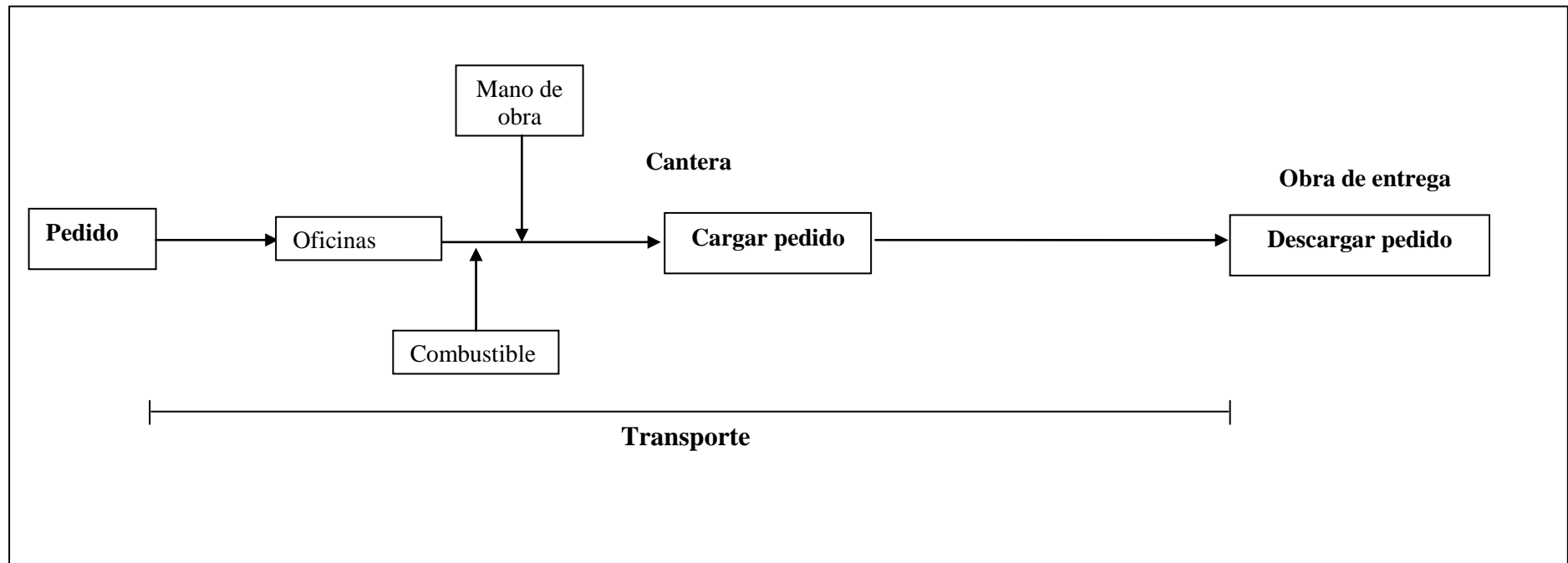
El proceso de servicio de la empresa de transporte SAYVAN E.I.R.L. empieza con el pedido del cliente, ya sea en m<sup>3</sup> o T dependiendo el material requerido, en ese mismo instante el cliente deja cancelado por totalidad o por partes; luego se emite una orden al área de logística para asegurarse sobre la cantidad que se encuentra en almacén y la que hace falta para completar el pedido, después se realizara una guía donde indique el tipo de material, cantidad, y lugar la cual se le entregara al chofer para que se dirija con el volquete hacia cantera y recoja el pedido, una vez la tolva ocupe la capacidad máxima con el material, el volquete volverá a tomar el rumbo hacia la empresa o local que solcito el pedido.



**Diagrama 3. Activo y Mantenimiento**

Fuente: Curso, partes, componentes, sistemas de camines volquetes. Maquinaria pesada

La empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, sin embargo, no se cumple con las tareas a realizar, debido que los volquetes tienen fallas concurrentes en las horas de trabajo y por órdenes que no deben parar, el mecánico soluciona rápidamente el problema para luego ser resuelto como se debe el fin de semana. Estos fallos concurrentes causan impacto tanto económico como al medio ambiente y seguridad humana.



**Diagrama 4. Proceso del servicio**

Fuente: Elaboración Propia, Transportes SAYVAN E.I.R.L.



### 3.1.4. MAQUINARIA

Esta empresa en sus instalaciones cuenta con 7 volquetes volvos propios para la distribución de sus materiales, la vida útil de estos volquetes es de 30 a 40 años y recién cuentan con 20 a 22 años de funcionamiento.

**Tabla 9. Tipo de transporte que utiliza la empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L.**

N°	Tipo de transporte	Marca	Modelo	capacidad	Año de fabricación	Años de funcionamiento
V1	Volquete	Volvo	N10 (6x4)	15 m <sup>3</sup>	1996	22
V2	Volquete	Volvo	N10 (6x4)	15 m <sup>3</sup>	1996	22
V3	Volquete	Volvo	N10 (6x4)	15 m <sup>3</sup>	1996	22
V4	Volquete	Volvo	N10 (6x4)	15 m <sup>3</sup>	1996	22
V5	Volquete	Volvo	N10 (6x4) 42 PTO IC	15 m <sup>3</sup>	1998	20
V6	Volquete	Volvo	N10 (6x4) 42 PTO IC	15 m <sup>3</sup>	1998	20
V7	Volquete	Volvo	N10 (6x4) 42 PTO IC	15 m <sup>3</sup>	1998	20

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

### 3.1.5. OPERACIONES ACTUALES

#### 3.1.5.1. Kilometraje recorrido

En las siguientes tablas se muestra la cantidad de viajes que hace cada volquete en los meses del año 2016, estos datos se han obtenido de las guías que la empresa realiza (Anexo 16,17 y 18), el cual se ha multiplicado por los kilómetros promedios recorridos para obtener el kilometraje total que cada volquete recorre al año.

**Tabla 10. Cantidad de viajes en el mes de Enero**

Enero	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	21	123,45	2650,238
v2	68	123,45	8399,720
v3	23	123,45	2819,726
v4	93	123,45	11487,135
v5	29	123,45	3598,046
v6	30	123,45	3675,246
v7	73	123,45	8972,539

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 11. Cantidad de viajes en el mes de Febrero**

<b>Febrero</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetros</b>
v1	28	123,45	3499,573
v2	90	123,45	11091,618
v3	30	123,45	3723,378
v4	123	123,45	15168,472
v5	38	123,45	4751,129
v6	39	123,45	4853,070
v7	96	123,45	11848,011

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 12. Cantidad de viajes en el mes Marzo**

<b>Marzo</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetros</b>
v1	17	123,45	2123,336
v2	55	123,45	6729,746
v3	18	123,45	2259,128
v4	75	123,45	9203,342
v5	23	123,45	2882,707
v6	24	123,45	2944,559
v7	58	123,45	7188,681

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 13. Cantidad de viajes en el mes de Abril**

<b>Abril</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetros</b>
v1	10	123,45	1274,002
v2	33	123,45	4037,848
v3	11	123,45	1355,477
v4	45	123,45	5522,005
v5	14	123,45	1729,624
v6	14	123,45	1766,736
v7	35	123,45	4313,208

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 14. Cantidad de viajes en el mes de Mayo**

<b>Mayo</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetros</b>
v1	14	123,45	1675,076
v2	43	123,45	5309,022
v3	14	123,45	1782,201
v4	59	123,45	7260,415
v5	18	123,45	2274,136
v6	19	123,45	2322,930
v7	46	123,45	5671,070

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 15. Cantidad de viajes en el mes de Junio**

<b>Junio</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetros</b>
v1	15	123,45	1903,139
v2	49	123,45	6031,846
v3	16	123,45	2024,848
v4	67	123,45	8248,922
v5	21	123,45	2583,760
v6	21	123,45	2639,197
v7	52	123,45	6443,188

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 16. Cantidad de viajes en el mes de Julio**

<b>Julio</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Kilómetros</b>	<b>Total de kilómetro</b>
v1	22	123,45	2776,066
v2	71	123,45	8798,520
v3	24	123,45	2953,601
v4	97	123,45	12032,518
v5	31	123,45	3768,873
v6	31	123,45	3849,738
v7	76	123,45	9398,534

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 17. Cantidad de viajes en el mes de Agosto**

Agosto	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	16	123,45	2005,37324
v2	51	123,45	6355,87124
v3	17	123,45	2133,62088
v4	70	123,45	8692,04558
v5	22	123,45	2722,55688
v6	23	123,45	2780,97257
v7	55	123,45	6789,30961

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 18. Cantidad de viajes en el mes de Septiembre**

Septiembre	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	29	123,45	3609,672
v2	93	123,45	11440,568
v3	31	123,45	3840,518
v4	127	123,45	15645,682
v5	40	123,45	4900,602
v6	41	123,45	5005,751
v7	99	123,45	12220,757

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 19. Cantidad de viajes en el mes de Octubre**

Octubre	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	14	123,45	1785,17539
v2	46	123,45	5657,97165
v3	15	123,45	1899,34094
v4	63	123,45	7737,62489
v5	20	123,45	2423,60946
v6	20	123,45	2475,61087
v7	49	123,45	6043,81679

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 20. Cantidad de viajes en el mes de Noviembre**

Noviembre	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	18	123,45	2217,70688
v2	57	123,45	7028,84584
v3	19	123,45	2359,53368
v4	78	123,45	9612,37982
v5	24	123,45	3010,82761
v6	25	123,45	3075,42848
v7	61	123,45	7508,17769

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 21. Cantidad de viajes en el mes de Diciembre**

Diciembre	N° de viajes	Kilómetros	Total de kilómetros
v1	10	123,45	1281,86603
v2	33	123,45	4062,77259
v3	11	123,45	1363,84394
v4	45	123,45	5556,09188
v5	14	123,45	1740,30107
v6	14	123,45	1777,64129
v7	35	123,45	4339,8332

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

En la Tabla 20. Se observa que los volquetes más utilizados para el servicio son el V2, V4 y V7, debido que en el año 2016 tienen mayores kilómetros recorridos.

**Tabla 22. Kilometraje recorrido en el 2016**

Volquete	N° de viajes	Kilómetros Promedio	Total de kilómetros
V1	217	123,45	26801,224
V2	688	123,45	84944,350
V3	231	123,45	28515,216
V4	941	123,45	116166,633
V5	295	123,45	36386,172
V6	301	123,45	37166,880
V7	735	123,45	90737,126

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5.2. Ingresos de la empresa

Esta empresa comercializa variedad de materiales como tierra, piedra y agregado, en la Tabla 23. Se muestra los precios que la empresa ofrece a sus clientes, siendo la tierra de Muchumi es más barata y mayor comercializada.

**Tabla 23. Precio de los materiales**

MATERIAL	TIPO	PRECIO (S/)
Piedra y Agregado	Piedra Base	65 x m <sup>3</sup>
	Piedra de ½	93 x m <sup>3</sup>
	Piedra de ¾	75 x m <sup>3</sup>
	Piedra Over	90 x m <sup>3</sup>
	Hormigón	40 x m <sup>3</sup>
	Arena gruesa amarilla	45 x m <sup>3</sup>
	Arena Fina	40 x m <sup>3</sup>
Tierra	Tierra amarilla	14 x t
	Tierra negra	10,30 x t

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L

El flujo de caja según los Anexos 1 al 15. Se muestra en la tabla 24, los ingresos por ventas de materiales agregados y los egresos solo por mantenimiento de volquetes, como se observa que en el año 2015 sus ventas han incrementado con respecto al 2014, mientras que en el año 2016 las ventas han bajado debido que han tercerizado para reemplazar al volquete que no se encontraba disponible. Además, se observa que el mantenimiento correctivo aumento desde el año 2014 al 2016 con S/ 197 020,88.

**Tabla 24. Costo de mantenimiento correctivo vehicular de la flota de volquetes la empresa de Transporte SAYVAN E.I.R.L.**

	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016
<b>INGRESOS</b>	S/. 1.182.528,51	S/. 2.516.018,10	S/. 2.187.841,83
<b>EGRESOS</b>	-S/. 1.126.459,62	-S/. 2.396.722,59	-S/. 2.052.071,03
Combustible	-S/. 639.285,08	-S/. 1.360.181,03	-S/. 1.133.484,19
Gastos Operativos, Administrativos y Financieros	-S/. 341.440,03	-S/. 726.468,14	-S/. 658.369,12
Tercerizado	-S/. 10.964,16	-S/. 23.328,00	-S/. 19.440,00
Mantenimiento Correctivo Vehicular	-S/. 111.119,78	-S/. 236.425,06	-S/. 197.020,88
Impuesto a la renta	-S/. 23.650,57	-S/. 50.320,36	-S/. 43.756,84
<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	S/. 56.068,89	S/. 119.295,51	S/. 135.770,80
<b>Saldo acumulado</b>	S/. 56.068,89	S/. 175.364,39	S/. 311.135,19

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

### 3.1.5.3. Maquinaria alquilada

La empresa alquila unidades cuando tiene una mayor cantidad de pedidos, por ende mayor cantidad de viajes, y el número de volquetes activos de la empresa no puede satisfacer el objetivo, también alquila cuando hace falta los volquetes de la empresa se encuentran inactivos por alguna reparación mecánica.

En la tabla N°23 se muestra la cantidad (Soles) que la empresa invirtió por alquilar volquetes cuando los suyos estaban inactivos por fallas mecánicas.

**Tabla 25. Costos de volquetes alquilados**

<b>Unidades Alquiladas</b>	<b>al día</b>	<b>al mes</b>
	S/ 6,00	S/ 6 000

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.



### 3.1.6. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA

#### 3.1.6.1. Mantenimiento preventivo

La empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo pero no es eficiente, ya que existen fallas muy seguidas en las horas de trabajo que el mecánico tiene que reparar rápidamente, esto puede provocar una repercusión en los sistemas y agravar el estado del volquete.

**Tabla 26. Mantenimiento preventivo realizado**

Sistema del volquete	Mantenimiento preventivo	Distancia en el que se realiza el Mantenimiento preventivo (km)
Motor	Cambio de filtro de aire	15 000
	Cambio de filtro de combustible	15 000
	Cambio de filtro de aceite	18 000
	Aceite de hidráulico	15 000
	Refrigerante	120 000
Sistema de freno	Regular frenos	15 000
Sistema de Dirección	Cambio de filtro	18 000
	Cambio de aceite (hidrolina)	150 000
	Revisar terminales de la barra de dirección larga y corta	10 000
Sistema de Transmisión	Cambio de aceite de caja	18 000
	Cambio de filtro de aceite de caja y Desfogue	18 000
Sistema de embrague	Revisión de niveles de líquido de embrague	20 000
	Engrasar el collarín	1 500
Sistema de suspensión	Engrase de los buges de los muelles	1 500
	Ajuste de las abrazaderas de los muelles	18 000
Sistema de enllante y desenllante	Presión de aire neumático	20 000
	Alineamiento y balanceo	30 000

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

### 3.1.6.2. Adquisición de repuestos.

En la siguiente Tabla 27. Se muestra los repuestos rotativos para la reparación de los volquetes, donde esta empresa solicita al proveedor en Lima el repuesto que necesita y el tiempo máximo de espera es de dos días.

La obtención de repuestos puede demorar alrededor de 2 días debido a sin una oportuna programación de mantenimiento no se pueden adquirir los repuestos necesarios para reparar el equipo.

Por ello es necesario identificar los mantenimientos que se deben realizar y analizar el costo de estos a un tiempo bastante prudente, en éste caso se realizará el estudio de presupuesto identificando el costo de mantenimientos a un año para evitar complicaciones en lo referente a disponibilidad de repuestos y así evitar parar los equipos por el mismo motivo.

**Tabla 27. Repuestos adquiridos al proveedor**

Repuestos	Tiempo de espera
Llantas	1 día
Pistón	2 días
Kit reparación del motor	2 días
Inyectores	2 días
Rodamientos de Corona	1 día
Motor de arranque	2 días
Bomba hidráulica	2 días
Cilindro levanta tolva	2 días

Fuente: Elaboración Propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

### 3.1.7. ANÁLISIS DE CANTIDAD DE FALLOS

#### 3.1.7.1. Cantidad de fallos al año

Las siguientes fallas son las más frecuentes que han ocurrido al año, donde se observó que las fallas se ha ido incrementando desde el año 2014 al año 2016, para el último año se realizaran actividades para mitigarlas mediante el plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 28. Frecuencia de fallos al año del volquete**

<b>Volquete</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>v1</b>	126	268	233
<b>v2</b>	94	199	173
<b>v3</b>	143	304	264
<b>v4</b>	90	191	166
<b>v5</b>	103	219	190
<b>v6</b>	72	153	133
<b>v7</b>	91	194	169
<b>Total</b>	<b>718</b>	<b>1527</b>	<b>1328</b>

Fuente: Elaboración Propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

#### 3.1.7.2. Horas de parada

Las horas de parada han ido incrementando desde el año 2014 al 2016, pero los volquetes con menos horas de parada son v4, v7, v6 y v2

**Tabla 29. Horas de paradas por volquete**

<b>Volquete</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>v1</b>	315	670	583
<b>v2</b>	215	457	397
<b>v3</b>	302	643	559
<b>v4</b>	143	304	264
<b>v5</b>	263	559	486
<b>v6</b>	184	392	341
<b>v7</b>	177	376	327
<b>Total</b>	<b>1598</b>	<b>3401</b>	<b>2957</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

### 3.1.8. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

#### 3.1.8.1. Confiabilidad

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$CONFIABILIDAD = TPEF = \frac{\sum HROP}{NTFALLAS}$$

- Confiabilidad del volquete 1

**Tabla 30. Confiabilidad del volquete 1**

Sistema	Motivo de parada	Horas de producción	Frecuencia (N° de veces)	Confiabilidad
<b>Frenos</b>	Desgaste de zapatas	2600	18	144,44
	Mala regulación de frenos	2600	15	173,33
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	2600	20	130,00
	Amortiguadores gastados	2600	22	118,18
<b>Motor</b>	Fuga por empaquetaduras de tapa válvulas y cárter	2600	5	520,00
	Culata averiada	2600	5	520,00
	Radiador averiado	2600	7	371,43
	Temperaturas altas	2600	15	173,33
<b>Eléctrico</b>	Falla del relé de luces	2600	22	118,18
	Focos quemados	2600	20	130,00
<b>Transmisión</b>	Bajo nivel de aceite	2600	15	173,33
	Crucetas de cardán gastadas	2600	10	260,00
	Filtro de aceite saturado	2600	22	118,18
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	2600	29	89,66
	Desgaste de llantas	2600	8	325,00
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>233</b>	<b>11,16</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Confiabilidad del volquete 2**

**Tabla 31. Confiabilidad del volquete 2**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad</b>
<b>Frenos</b>	Mala regulación de frenos	2600	9	288,89
	Fuga de líquidos por cañerías	2600	12	216,67
	Zapatas gastados	2600	14	185,71
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	2600	12	216,67
	Amortiguadores gastados	2600	15	173,33
<b>Motor</b>	Temperaturas altas	2600	12	216,67
	Falla del filtro primario	2600	8	325,00
	Filtro de refrigerante saturado	2600	16	162,50
	Filtro de aceite de motor saturado	2600	18	144,44
<b>Eléctrico</b>	Bujes de arranque gastados	2600	12	216,67
	Terminales de batería sueltos	2600	5	520,00
	Focos quemados	2600	14	185,71
<b>Transmisión</b>	Filtro de transmisión averiado	2600	6	433,33
	Filtro de aceite saturado	2600	10	260,00
<b>Neumáticos</b>	Rodamientos de ruedas gastados	2600	7	371,43
	Desgaste de llantas	2600	3	866,67
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>173</b>	<b>15,03</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Confiabilidad del volquete 3**

**Tabla 32. Confiabilidad del volquete 3**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad</b>
<b>Frenos</b>	Ralladuras del tambor de freno	2600	22	118,18
	zapatas gastados	2600	19	136,84
	Cilindros con fuga	2600	12	216,67
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	2600	20	130,00
	Ruptura de muelles	2600	14	185,71
<b>Motor</b>	Falla del precalentador de arranque en frío	2600	15	173,33
	Filtros obstruidos	2600	20	130,00
	Inyectores averiados	2600	5	520,00
	Filtros de admisión de aire obstruido	2600	10	260,00
<b>Eléctrico</b>	Bujes de arranque gastados	2600	22	118,18
	Focos quemados	2600	28	92,86
	Falla de relé de luces	2600	16	162,50
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	2600	19	136,84
	Aceite en mal estado	2600	18	144,44
	Crucetas de cardán gastadas	2600	12	216,67
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de rueda	2600	8	325,00
	Desgaste de llantas	2600	4	650,00
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>264</b>	<b>9,85</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Confiabilidad del volquete 4**

**Tabla 33. Confiabilidad del volquete 4**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad (horas)</b>
<b>Frenos</b>	Ralladuras del tambor de freno	2600	11	236,36
	zapatillas gastadas	2600	9	288,89
	Mala regulación de los frenos	2600	4	650,00
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	2600	4	650,00
<b>Motor</b>	Inyectores sucios	2600	13	200,00
	Aceite de motor contaminado	2600	16	162,50
	Filtro de aceite saturado	2600	18	144,44
<b>Eléctrico</b>	Focos quemados	2600	16	162,50
	Falla relé de luces	2600	19	136,84
	Terminales sulfatados	2600	15	173,33
<b>Transmisión</b>	Bajo nivel de aceite	2600	13	200,00
	Aceite de transmisión en mal estado	2600	16	162,50
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	2600	8	325,00
	Desgaste de rodamientos de rueda	2600	4	650,00
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>166</b>	<b>15,66</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Confiabilidad del volquete 5**

**Tabla 34. Confiabilidad del volquete 5**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad (horas)</b>
<b>Frenos</b>	Fuga de líquido por cañerías	2600	10	260,00
	Falla la bomba de freno	2600	9	288,89
	Mala regulación de frenos	2600	11	236,36
	Zapatas gastados	2600	17	152,94
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	2600	10	260,00
<b>Motor</b>	Falla bomba de agua	2600	10	260,00
	Filtro de aceite motor saturado	2600	18	144,44
	Radiador obstruido por el exterior	2600	3	866,67
<b>Eléctrico</b>	Rodamiento de alternador deteriorado	2600	20	130,00
	Bujes de alternador gastados	2600	18	144,44
	Fusibles de luces quemados	2600	22	118,18
<b>Transmisión</b>	Crucetas de cardán gastadas	2600	14	185,71
	Bajo nivel de aceite	2600	13	200,00
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	2600	9	288,89
	Desgaste de llantas	2600	6	433,33
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>190</b>	<b>13,68</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.



- **Confiabilidad del volquete 6**

**Tabla 35. Confiabilidad del volquete 6**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad (horas)</b>
<b>Frenos</b>	Zapatas gastadas	2600	10	260,00
	Falla bomba de freno	2600	8	325,00
	Fuga de líquido por cañerías	2600	10	260,00
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	2600	8	325,00
	Ruptura de muelles	2600	9	288,89
	Pernos desajustados	2600	5	520,00
<b>Motor</b>	Fuga por tapón de cárter	2600	1	2600,00
	Alta temperatura	2600	8	325,00
	Filtro de refrigerante saturado	2600	16	162,50
<b>Eléctrico</b>	Bujes de alternador gastados	2600	9	288,89
	Rodamiento de alternador deteriorado	2600	10	260,00
<b>Transmisión</b>	Aceite de la transmisión en mal estado	2600	11	236,36
	Filtro de aceite saturado	2600	15	173,33
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de ruedas	2600	8	325,00
	Desgaste de llantas	2600	5	520,00
<b>Total</b>		<b>2600</b>	<b>133</b>	<b>19,55</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Confiabilidad del volquete 7**

**Tabla 36. Confiabilidad del volquete 7**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Horas de producción</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Confiabilidad (horas)</b>
<b>Frenos</b>	Mala regulación de freno	2 600	14	185,71
	Líquido de freno insuficiente	2 600	7	371,43
	Zapatillas gastadas	2 600	15	173,33
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	2 600	19	136,84
	Ruptura de muelles	2 600	8	325,00
<b>Motor</b>	Fuga de líquido refrigerante por sello del block	2 600	2	1300,00
	Termostato averiado	2 600	1	2600,00
	Filtro de aceite motor saturado	2 600	22	118,18
<b>Eléctrico</b>	Falle de relé de luces	2 600	21	123,81
	Terminales sulfatados	2 600	10	260,00
	Fusible de luces quemados	2 600	26	100,00
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	2 600	10	260,00
	Crucetas de cardan gastadas	2 600	2	1300,00
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	2 600	6	433,33
	Desgaste de llantas	2 600	6	433,33
<b>Total</b>		<b>2 600</b>	<b>169</b>	<b>15,38</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

El indicador de confiabilidad indica cuanta seguridad tiene que el equipo o sistema funcione. El volquete más confiable es el v6 puesto que tiene 133 fallas y tiene que pasar 19,5 horas para que suceda la parada y los menos confiable es el volquete v3 con 264 fallas y deben pasar 9,85 horas para que pare y también el v1 con 233 fallas ya que tiene que pasar 11,16 horas para que suceda la parada.

### 3.1.8.2. Mantenibilidad

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$TPPR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Número de averías}}$$

- Mantenibilidad del volquete 1

**Tabla 37. Mantenibilidad del volquete 1**

Sistema	Motivo de parada	Frecuencia (N° de veces)	Horas paradas	Tiempo promedio para reparar
<b>Frenos</b>	Desgaste de zapatas	18	63	3,5
	Mala regulación de frenos	15	15	1
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	20	130	6,5
	Amortiguadores gastados	22	33	1,5
<b>Motor</b>	Fuga por empaquetaduras de tapa válvulas y cárter	5	10	2
	Culata averiada	5	60	12
	Radiador averiado	7	17,5	2,5
	Temperaturas altas	15	45	3
<b>Eléctrico</b>	Falla del relé de luces	22	22	1
	Focos quemados	20	50	2,5
<b>Transmisión</b>	Bajo nivel de aceite	15	22,5	1,5
	Crucetas de cardán gastadas	10	45	4,5
	Filtro de aceite saturado	22	33	1,5
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	29	17,4	0,6
	Desgaste de llantas	8	20	2,5
<b>Total</b>		<b>233</b>	<b>583,4</b>	<b>46,1</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Mantenibilidad del volquete 2**

**Tabla 38. Mantenibilidad del volquete 2**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Mala regulación de frenos	9	9	1
	Fuga de aire por cañerías	12	24	2
	Zapatillas gastadas	14	49	3,5
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	12	72	6
	Amortiguadores gastados	15	45	3
<b>Motor</b>	Temperaturas altas	12	36	3
	Falla del filtro primario	8	16	2
	Filtro de refrigerante saturado	16	16	1
	Filtro de aceite de motor saturado	18	27	1,5
<b>Eléctrico</b>	Bugías de arranque gastadas	12	48	4
	Terminales de batería sueltos	5	1,25	0,25
	Focos quemados	14	14	1
<b>Transmisión</b>	Filtro de transmisión averiado	6	12	2
	Filtro de aceite saturado	10	10	1
<b>Neumáticos</b>	Rodamientos de ruedas gastados	7	10,5	1,5
	Desgaste de llantas	3	6	2
<b>Total</b>		<b>173</b>	<b>395,75</b>	<b>34,75</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Mantenibilidad del volquete 3**

**Tabla 39. Mantenibilidad del volquete 3**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Ralladuras del tambor de freno	22	66	3
	zapatillas gastadas	19	38	2
	Cilindros con fuga	12	36	3
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	20	20	1
	Ruptura de muelles	14	84	6
<b>Motor</b>	Falla del precalentador de arranque en frío	15	30	2
	Filtros obstruidos	20	20	1
	Inyectores averiados	5	15	3
	Filtros de aceite saturado	10	10	1
<b>Eléctrico</b>	Bugías de arranque gastados	22	88	4
	Focos quemados	28	28	1
	Falla de relé de luces	16	16	1
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	19	28,5	1,5
	Aceite en mal estado	18	18	1
	Crucetas de cardán gastadas	12	42	3,5
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de rueda	8	12	1,5
	Desgaste de llantas	4	8	2
<b>Total</b>		<b>264</b>	<b>559,5</b>	<b>34</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Mantenibilidad del volquete 4**

**Tabla 40. Mantenibilidad del volquete 4**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Ralladuras del tambor de freno	11	38,5	3,5
	zapatas gastados	9	18	2
	Mala regulación de los frenos	4	4	1
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	4	6	1,5
<b>Motor</b>	Inyectores sucios	13	26	2
	Aceite de motor contaminado	16	24	1,5
	Filtro de aceite saturado	18	27	1,5
<b>Eléctrico</b>	Focos quemados	16	24	1,5
	Falla relé de luces	19	19	1
	Terminales sulfatados	15	30	2
<b>Transmisión</b>	Bajo nivel de aceite	13	13	1
	Aceite de transmisión en mal estado	16	24	1,5
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	8	4	0,5
	Desgaste de rodamientos de rueda	4	6	1,5
<b>Total</b>		<b>166</b>	<b>263,5</b>	<b>22</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Mantenibilidad del volquete 5**

**Tabla 41. Mantenibilidad del volquete 5**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Fuga de líquido por cañerías	10	30	3
	Falla la bomba de freno	9	22,5	2,5
	Mala regulación de frenos	11	16,5	1,5
	Zapatillas gastadas	17	51	3
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	10	65	6,5
<b>Motor</b>	Falla bomba de agua	10	35	3,5
	Filtro de aceite motor saturado	18	27	1,5
	Radiador obstruido por el exterior	3	9	3
<b>Eléctrico</b>	Rodamiento de alternador deteriorado	20	40	2
	Bugías de alternador gastadas	18	72	4
	Fusibles de luces quemados	22	33	1,5
<b>Transmisión</b>	Crucetas de cardán gastadas	14	56	4
	Bajo nivel de aceite	13	13	1
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	9	4,5	0,5
	Desgaste de llantas	6	12	2
<b>Total</b>		<b>190</b>	<b>486,5</b>	<b>39,5</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- **Mantenibilidad del volquete 6**

**Tabla 42. Mantenibilidad del volquete 6**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Zapatas gastadas	10	30	3
	Falla bomba de freno	8	20	2,5
	Fuga de aire por cañerías	10	30	3
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	8	16	2
	Ruptura de muelles	9	54	6
	Pernos desajustados	5	7,5	1,5
<b>Motor</b>	Fuga por tapón de cárter	1	12	12
	Alta temperatura	8	20	2,5
	Filtro de refrigerante saturado	16	32	2
<b>Eléctrico</b>	Bujes de alternador gastados	9	27	3
	Rodamiento de alternador deteriorado	10	15	1,5
<b>Transmisión</b>	Aceite de la transmisión en mal estado	11	16,5	1,5
	Filtro de aceite saturado	15	22,5	1,5
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de ruedas	8	12	1,5
	Desgaste de llantas	5	12,5	2,5
<b>Total</b>		<b>133</b>	<b>327</b>	<b>46</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.



- **Mantenibilidad del volquete 7**

**Tabla 43. Mantenibilidad del volquete 7**

<b>Sistema</b>	<b>Motivo de parada</b>	<b>Frecuencia (N° de veces)</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Tiempo promedio para reparar</b>
<b>Frenos</b>	Mala regulación de freno	14	21	1,5
	Líquido de freno insuficiente	7	7	1
	Zapatas gastados	15	45	3
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	19	28,5	1,5
	Ruptura de muelles	8	48	6
<b>Motor</b>	Fuga de líquido refrigerante por sello del block	2	5	2,5
	Termostato averiado	1	2	2
	Filtro de aceite motor saturado	22	33	1,5
<b>Eléctrico</b>	Falle de relé de luces	21	31,5	1,5
	Terminales sulfatados	10	20	2
	Fusible de luces quemados	26	39	1,5
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	10	20	2
	Crucetas de cardan gastadas	2	7	3,5
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	6	3	0,5
	Desgaste de llantas	6	15	2,5
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>325</b>	<b>32,5</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

El indicador de mantenibilidad se puede evidenciar el tiempo de operaciones de acuerdo a la falla, es decir el tiempo que tarda en promedio para que el volquete vuelva a sus condiciones operativas, emplea mayor tiempo para reparar es el V1 teniendo como motivo de parada ruptura de muelles con 6,5 horas, culata averiada con 12 horas y crucetas de cardan gastadas con 4,5 horas y el menor tiempo de reparación es el V4 como reparación de relé y desgaste de rodamientos para que vuelva a funcionar correctamente.

### 3.1.8.3. Disponibilidad

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$Disponibilidad = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

- Disponibilidad del volquete 1

Tabla 44. Disponibilidad del volquete 1

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad	Disponibilidad
<b>Frenos</b>	Desgaste de zapatas	3,5	144,44	41,27
	Mala regulación de frenos	1	173,33	173,33
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	6,5	130,00	20,00
	Amortiguadores gastados	1,5	118,18	78,79
<b>Motor</b>	Fuga por empaquetaduras de tapa válvulas y cárter	2	520,00	260,00
	Culata averiada	12	520,00	43,33
	Radiador averiado	2,5	371,43	148,57
	Temperaturas altas	3	173,33	57,78
<b>Eléctrico</b>	Falla del relé de luces	1	118,18	118,18
	Focos quemados	2,5	130,00	52,00
<b>Transmisión</b>	Bajo nivel de aceite	1,5	173,33	115,56
	Crucetas de cardán gastadas	4,5	260,00	57,78
	Filtro de aceite saturado	1,5	118,18	78,79
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	0,6	89,66	149,43
	Desgaste de llantas	2,5	325,00	130,00
<b>Total</b>		<b>46,1</b>	<b>11,16</b>	<b>0,24</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 2

**Tabla 45. Disponibilidad del volquete 2**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad	disponibilidad
<b>Frenos</b>	Mala regulación de frenos	1	288,89	288,89
	Fuga de líquidos por cañerías	2	216,67	108,33
	Zapatillas gastadas	3,5	185,71	53,06
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	6	216,67	36,11
	Amortiguadores gastados	3	173,33	57,78
<b>Motor</b>	Temperaturas altas	3	216,67	72,22
	Falla del filtro primario	2	325,00	162,50
	Filtro de refrigerante saturado	1	162,50	162,50
	Filtro de aceite de motor saturado	1,5	144,44	96,30
<b>Eléctrico</b>	Bujes de arranque gastados	4	216,67	54,17
	Terminales de batería sueltos	0,25	520,00	2080,00
	Focos quemados	1	185,71	185,71
<b>Transmisión</b>	Filtro de transmisión averiado	2	433,33	216,67
	Filtro de aceite saturado	1	260,00	260,00
<b>Neumáticos</b>	Rodamientos de ruedas gastados	1,5	371,43	247,62
	Desgaste de llantas	2	866,67	433,33
<b>Total</b>		<b>34,75</b>	<b>15,03</b>	<b>0,43</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 3

**Tabla 46. Disponibilidad del volquete 3**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad	disponibilidad
<b>Frenos</b>	Ralladuras del tambor de freno	3	118,18	39,39
	zapatas gastados	2	136,84	68,42
	Cilindros con fuga	3	216,67	72,22
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	1	130,00	130,00
	Ruptura de muelles	6	185,71	30,95
<b>Motor</b>	Falla del precalentador de arranque en frío	2	173,33	86,67
	Filtros obstruidos	1	130,00	130,00
	Inyectores averiados	3	520,00	173,33
	Filtros de admisión de aire obstruido	1	260,00	260,00
<b>Eléctrico</b>	Bujes de arranque gastados	4	118,18	29,55
	Focos quemados	1	92,86	92,86
	Falla de relé de luces	1	162,50	162,50
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	1,5	136,84	91,23
	Aceite en mal estado	1	144,44	144,44
	Crucetas de cardán gastadas	3,5	216,67	61,90
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de rueda	1,5	325,00	216,67
	Desgaste de llantas	2	650,00	325,00
<b>Total</b>		<b>34</b>	<b>9,85</b>	<b>0,29</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 4

**Tabla 47. Disponibilidad del volquete 4**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad (horas)	Disponibilidad
Frenos	Ralladuras del tambor de freno	3,5	236,36	67,53
	zapatillas gastados	2	288,89	144,44
	Mala regulación de los frenos	1	650,00	650,00
Suspensión	Amortiguadores gastados	1,5	650,00	433,33
Motor	Inyectores sucios	2	200,00	100,00
	Aceite de motor contaminado	1,5	162,50	108,33
	Filtro de aceite saturado	1,5	144,44	96,30
Eléctrico	Focos quemados	1,5	162,50	108,33
	Falla relé de luces	1	136,84	136,84
	Terminales sulfatados	2	173,33	86,67
Transmisión	Bajo nivel de aceite	1	200,00	200,00
	Aceite de transmisión en mal estado	1,5	162,50	108,33
Neumáticos	Baja presión de aire	0,5	325,00	650,00
	Desgaste de rodamientos de rueda	1,5	650,00	433,33
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>15,66</b>	<b>0,71</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 5

**Tabla 48. Disponibilidad del volquete 5**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad (horas)	Disponibilidad
<b>Frenos</b>	Fuga de líquido por cañerías	3	260,00	86,67
	Falla la bomba de freno	2,5	288,89	115,56
	Mala regulación de frenos	1,5	236,36	157,58
	Zapatas gastados	3	152,94	50,98
<b>Suspensión</b>	Rupturas de muelles	6,5	260,00	40,00
<b>Motor</b>	Falla bomba de agua	3,5	260,00	74,29
	Filtro de aceite motor saturado	1,5	144,44	96,30
	Radiador obstruido por el exterior	3	866,67	288,89
<b>Eléctrico</b>	Rodamiento de alternador deteriorado	2	130,00	65,00
	Bujes de alternador gastados	4	144,44	36,11
	Fusibles de luces quemados	1,5	118,18	78,79
<b>Transmisión</b>	Crucetas de cardán gastadas	4	185,71	46,43
	Bajo nivel de aceite	1	200,00	200,00
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	0,5	288,89	577,78
	Desgaste de llantas	2	433,33	216,67
<b>Total</b>		<b>39,5</b>	<b>13,68</b>	<b>0,35</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 6

**Tabla 49. Disponibilidad del volquete 6**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad (horas)	Disponibilidad
<b>Frenos</b>	Zapatas gastadas	3	260,00	86,67
	Falla bomba de freno	2,5	325,00	130,00
	Fuga de líquido por cañerías	3	260,00	86,67
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	2	325,00	162,50
	Ruptura de muelles	6	288,89	48,15
	Pernos desajustados	1,5	520,00	346,67
<b>Motor</b>	Fuga por tapón de cárter	12	2600,00	216,67
	Alta temperatura	2,5	325,00	130,00
	Filtro de refrigerante saturado	2	162,50	81,25
<b>Eléctrico</b>	Bujes de alternador gastados	3	288,89	96,30
	Rodamiento de alternador deteriorado	1,5	260,00	173,33
<b>Transmisión</b>	Aceite de la transmisión en mal estado	1,5	236,36	157,58
	Filtro de aceite saturado	1,5	173,33	115,56
<b>Neumáticos</b>	Desgaste de rodamientos de ruedas	1,5	325,00	216,67
	Desgaste de llantas	2,5	520,00	208,00
<b>Total</b>		<b>46</b>	<b>19,55</b>	<b>0,42</b>

Fuente: Elaboración propia, TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.

- Disponibilidad del volquete 7

**Tabla 50. Disponibilidad del volquete 7**

Sistema	Motivo de parada	Tiempo promedio para reparar	Confiabilidad (horas)	Disponibilidad
<b>Frenos</b>	Mala regulación de freno	1,5	185,71	123,81
	Líquido de freno insuficiente	1	371,43	371,43
	Zapatillas gastadas	3	173,33	57,78
<b>Suspensión</b>	Amortiguadores gastados	1,5	136,84	91,23
	Ruptura de muelles	6	325,00	54,17
<b>Motor</b>	Fuga de líquido refrigerante por sello del block	2,5	1300,00	520,00
	Termostato averiado	2	2600,00	1300,00
	Filtro de aceite motor saturado	1,5	118,18	78,79
<b>Eléctrico</b>	Falle de relé de luces	1,5	123,81	82,54
	Terminales sulfatados	2	260,00	130,00
	Fusible de luces quemados	1,5	100,00	66,67
<b>Transmisión</b>	Filtro de aceite saturado	2	260,00	130,00
	Crucetas de cardan gastadas	3,5	1300,00	371,43
<b>Neumáticos</b>	Baja presión de aire	0,5	433,33	866,67
	Desgaste de llantas	2,5	433,33	173,33
<b>Total</b>		<b>32,5</b>	<b>15,38</b>	<b>0,47</b>

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

En las tablas se puede apreciar la disponibilidad la cual es hallada por medio del tiempo promedio entre fallas, el cual es el tiempo que pasa para que vuelva a ocurrir una falla, y también se usa el tiempo promedio para reparar, que es el tiempo que se emplea para reparar y vuelva a funcionar, mediante estos dos cálculos se halló la disponibilidad para saber la probabilidad de que el volquete estará disponible para realizar el servicio, los volquete más disponibles son v2,v4 y v7 y menos disponibles son v1, v3, v5 y v6.



### 3.1.9. IMPLICANCIA ECONÓMICA

Se muestra en los siguientes cuadros el análisis económico realizado para cada tipo de material que transporta, la empresa no deja de ganar cuando el servicio es tercerizado, pero la utilidad es mayor cuando utiliza sus propios activos.

#### 3.1.9.1. Material: Tierra Amarilla

Este material es bastante comercializado, se realizan máximo 7 viajes de 30 toneladas al día y el precio de venta incluido IGV es de S/ 14,00.

Donde los costos variables son los siguientes:

- ✓ Combustible: 6 galones a S/ 8,25 c/u

**Tabla 51. Costo variable de la tierra amarilla**

Combustible (soles/galón)	49,53
Chofer(Soles/viaje)	15
<b>Costo variable (soles/viaje)</b>	<b>64,53</b>

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

En la tabla 52, se muestra los costos fijos al mes de la empresa de transporte SAYVAN E.I.R.L. Donde los días hábiles para trabajar en un mes son de 24 días. Para los costos fijos se tomó en cuenta el mantenimiento por cambio de repuestos de S/ 2 000, los viáticos S/ 15 por día que al mes es S/ 300, para el cambio de aceite se utilizan 4 baldes al mes y cada balde cuesta S/ 265 que al mes es S/ 1 060, la hidrolina dura 6 meses y se utiliza 4 donde cada balde cuesta S/ 235 que al mes es S/156,67 y la depreciación al mes es de S/ 2 266,50.

**Tabla 52. Costo fijo de tierra amarilla al Mes**

Mantenimiento	S/ 2 000
Aceite	S/ 1 060
Viáticos	S/ 300
Hidrolina	S/ 156,67
Depreciación	S/ 2 266,50
<b>Total</b>	<b>S/ 5 783,7</b>

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

El costo fijo al mes es de S/. 5 783,7 y son 24 días que los volquetes trabajan al mes, entonces, el costo fijo al día es de S/. 240,98. Este dato se utilizara para hallar la implicancia económica sobre los demás materiales comercializados.

En la Tabla 53, se calculó las ganancias que tiene la empresa por sus propios activos y en la Tabla 54, las ganancias por volquetes tercerizados. Al comparar ambas tablas, se observó que si bien al tercerizar los servicios de transporte no dejan de generar utilidades a la empresa, pero es más rentable utilizar los volquetes propios a partir del tercer viaje a más, por ello los volquetes deben estar disponibles.

**Tabla 53. Utilidad de volquetes Sayvan**

Viajes	1	2	3	4	5	6	7
<b>Precio de Venta</b>	S/ 355,8	S/ 771,6	S/ 1 067,4	S/ 1 423,2	S/ 1 779	S/ 2 134,8	S/ 2 490,6
<b>Costos Variables</b>	S/ 64,53	S/ 129,06	S/ 193,59	S/ 258,12	S/ 322,65	S/ 387,18	S/ 451,71
<b>Costos Fijos</b>	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98
<b>Total</b>	S/ 50,29	S/ 341,56	S/ 632,83	S/ 924,1	S/ 1 215,3	S/ 1 506,6	S/ 1 797,9

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 54, se muestra el cálculo de las utilidades de los volquetes tercerizados, se observó que en los costos variables se encuentra la diferencia respecto a la tabla 53, debido que por cada viaje (30 toneladas) se paga S/.6, 00.

**Tabla 54. Utilidad de volquetes tercerizados**

Viajes	1	2	3	4	5	6	7
<b>Precio de Venta</b>	S/ 355,8	S/ 771,6	S/ 1 067,4	S/ 1 423,2	S/ 1 779	S/ 2 134,8	S/ 2 490,6
<b>Costos Variables</b>	S/ 180	S/ 360	S/ 540	S/ 720	S/ 900	S/ 1 080	S/ 1 260
<b>Costos Fijos</b>	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>Total</b>	S/ 175,8	S/ 411,6	S/ 527,4	S/ 703,2	S/ 879	S/ 1054,8	S/ 1230,6

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.9.2. Material: Tierra Negra

Se realizan como máximo 15 viajes de 30 toneladas al día, con un precio de venta incluido IGV es de S/ 10,30.

Los costos variables son:

- ✓ Chofer: 10 por viaje
- ✓ Combustible: 3 galones a S/ 8,25 c/u

**Tabla 55. Costo variable de tierra negra**

Combustible (soles/galón)	24,75
Chofer(Soles/viaje)	10
<b>Costo variable (soles/viaje)</b>	<b>34,75</b>

Fuente: Elaboración propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

En las siguientes tablas se muestra la utilidad que genera al utilizar los volquetes propios como los volquetes tercerizados, la empresa no deja de ganar tercerizando el transporte, pero si se realizan de cuatro a más viajes al día sería más rentable utilizar los volquetes propios , con una diferencia de utilidad aproximadamente S/. 100, 00.

**Tabla 56. Utilidad de volquetes Sayvan**

Viajes	1	2	3	4	5	14	15
<b>Precio de Venta</b>	S/ 261,6	S/ 523,2	S/ 784,8	S/ 1 046,4	S/ 1 308	S/ 3 662,4	S/ 3 924
<b>Costos Variables</b>	S/ 34,75	S/ 69,5	S/ 104,25	S/ 139	S/ 173,75	S/ 486,5	S/ 521,25
<b>Costos Fijos</b>	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98	S/240,98	S/ 240,98
<b>Total</b>	- S/ 14,13	S/ 212,72	S/ 439,82	S/ 666,42	S/ 893,27	S/ 2 934,9	S/ 3 161,7

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 57, no existen costos fijos y en los costos variables se toma en cuenta que por cada viaje (30 toneladas) cuesta S/. 4, 00.

**Tabla 57. Utilidad de volquetes tercerizados**

Viajes	1	2	3	4	5	14	15
<b>Precio de Venta</b>	S/ 261,6	S/ 523,2	S/ 784,8	S/ 1 046,4	S/ 1 308	S/ 3 662,4	S/ 3 924
<b>Costos Variables</b>	S/ 120	S/ 240	S/ 360	S/ 480	S/ 600	S/ 1 680	S/ 1 800
<b>Costos Fijos</b>	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>Total</b>	S/ 141,6	S/ 283,2	S/ 424,8	S/ 566,4	S/ 708	S/ 1 982,4	S/ 2 124

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.9.3. Material: Piedra

Este material no es muy comercializado pero en un solo viaje genera más utilidades que los otros materiales, tiene un alto precio de venta de S/ 93,22 incluido IGV, al día se realizan como máximo 3 viajes y la capacidad máxima de un viaje es de 17 m<sup>3</sup>.

Los costos variables que se tomaron en cuenta son:

- ✓ Combustible: 15 galones a S/ 8,25 c/u

**Tabla 58. Costo variable de piedra**

Combustible (soles/galón)	123,75
Chofer(Soles/viaje)	10
<b>Costo variable (soles/viaje)</b>	<b>133,75</b>

Fuente: Elaboración Propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Tabla 59. Utilidad de volquetes Sayvan**

<b>Viajes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Precio de Venta</b>	S/ 1 343	S/ 2 686	S/ 4 029
<b>Costos Variables</b>	S/ 133,75	S/ 267,5	S/ 401,25
<b>Costos Fijos</b>	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98
<b>Total</b>	S/ 968,27	S/ 2 177,5	S/ 3 386,7

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 59 y 60, se muestran las utilidades que generan los volquetes de la propia empresa y los volquetes tercerizados. En este caso, la empresa le conviene utilizar los volquetes tercerizados, ya que el material no es muy pedido, y en un día se pueden realizar uno a dos pedidos.

Los costos variables del volquete tercerizado se tomó en cuenta S/. 250, 00 por viaje (17 m<sup>3</sup>) y no hay costos fijos.

**Tabla 60. Utilidad de volquetes tercerizados**

<b>Viajes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Precio de Venta</b>	S/ 1 343	S/ 2 686	S/ 4 029
<b>Costos Variables</b>	S/ 250	S/ 500	S/ 750
<b>Costos Fijos</b>	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>Total</b>	S/ 1 093	S/ 2 186	S/ 3 279

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.1.9.4. Material: Arena amarilla

Se realizan máximo 3 viajes al día y el precio de venta incluido IGV es de S/45, 00 x m<sup>3</sup>, la capacidad máxima del volquete es de 17 m<sup>3</sup>.

Los costos variables que se tomaron en cuenta son:

- ✓ Combustible: 16 galones a S/ 8,25 c/u

**Tabla 61. Costo variable de arena amarilla**

Combustible (soles/galón)	132
Chofer(Soles/viaje)	10
<b>Costo variable (soles/viaje)</b>	<b>142</b>

Fuente: Elaboración Propia, Transporte SAYVAN E.I.R.L.

En la siguientes Tablas, se observó que tercerizando el transporte la empresa sigue ganando, pero es más rentable utilizar los volquetes propios a partir del segundo viaje, generando así mayor utilidad.

**Tabla 62. Utilidad de volquetes Sayvan**

<b>Viajes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Precio de Venta</b>	S/ 765	S/ 1 530	S/ 2 295
<b>Costos Variables</b>	S/ 142	S/ 284	S/ 426
<b>Costos Fijos</b>	S/ 240,98	S/ 240,98	S/ 240,98
<b>Total</b>	S/ 382,02	S/ 1 005,02	S/ 1 628,02

Fuente: Elaboración Propia

Al tercerizar un volquete, no existen los costos fijos pero los costos variables cambian tomando en cuenta el costo de S/ 17, 50 x m<sup>3</sup>.

**Tabla 63. Utilidad de volquetes tercerizados**

<b>Viajes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Precio de Venta</b>	S/ 765	S/ 1 530	S/ 2 295
<b>Costos Variables</b>	S/ 297,5	S/ 595	S/ 892,5
<b>Costos Fijos</b>	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>Total</b>	S/ 467,5	S/ 935	S/ 1 402,5

Fuente: Elaboración Propia

### **3.2. SEGUNDO OBJETIVO**

Elaborar un plan de mantenimiento basado en el método Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) para los volquetes en La Empresa Sayvan E.I.R.L.

#### **3.2.1. ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL VOLQUETE VOLVO 1996**

Un volquete es un vehículo diseñado para el transporte de productos y mercancías, esta máquina consta de 10 ruedas, un interior diseñado para el chofer y copiloto, puertas ventanas, chasis y el conjunto de sistemas para permitir su funcionamiento.

Sistema motor es un tipo de máquina que contiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Su nombre se debe, a que dicha combustión se produce dentro de la maquina en si misma, a diferencia de, por ejemplo, la máquina de vapor.

Sistema de combustible alimenta al motor a diésel que necesita un automóvil para funcional. Si algunas de las partes del sistema de combustible falla, el motor no funcionará.

Sistema de refrigeración están diseñados para disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras de refrigeración las cuales pueden contener una variedad de alimentos o compuestos químicos, conforme especificaciones.

Sistema de escape diseñado incorrectamente podría restringir el flujo de gases y, si la restricción es excesiva, puede disminuir la potencia, reducir el rendimiento y potencialmente dañar el motor.

El sistema de transmisión de un vehículo consiste en una serie de componentes encargados de conducir desde el cigüeñal la potencia suficiente para que las ruedas motrices giren.

Sistema de frenos está diseñado para detener el vehículo a voluntad del conductor, el cual es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el vehículo con el mínimo esfuerzo posible.

Sistema de dirección es el conjunto de mecanismos que componen el sistema que tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor, este es uno de los órganos más importantes junto con el sistema de freno, ya que con estos elementos depende de la seguridad de las personas

El sistema de suspensión está compuesto por un elemento flexible o elástico (muelle de ballesta o helicoidal, barra de torsión, muelle de goma, gas o aire) y un elemento amortiguación (amortiguador), cuya misión es neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida originadas por el elemento flexible al adaptarse a las irregularidades del terreno.

### 3.2.1.1. Componentes del sistema automotriz sub sistema motor:

**Tabla 64. Esquema del sistema motriz**

Sistema	Sub sistema	Equipo	Parte	Codificación
<b>Sistema Automotriz</b>	<b>Motor</b>	Monoblock	Bloque	SMO-MBL
			Cilindro o Camisas	SMO-MCI
			Bancadas principales	SMO-MBA
			metales axiales de cigüeñal	SMO-MMC
			metales de bancada	SMO-MMB
			picos de aceite o inyectores	SMO-MPI
			metales de biela	SMO-MMV
			Chaquetas de refrigeración	SMO-MCR
			Conducto de lubricación	SMO-MCL
		Cigüeñal	Puños de biela	SMO-CPB
			Contrapesos	SMO-CCP
			Puños de bancada	SMO-CPB
			reten delantero	SMO-CRD
			reten posterior	SMO-CRP
		Volante	Volante	SMO-VVO
			Corona	SMO-VCO
			Caja de corona	SMO-VCC
		Carter		SMO-C
		Pistón		SMO-P
		Bielas	Buje del pasador de biela	SMO-BBP
			Vástago	SMO-BV
			Tapa	SMO-BT
			Pernos y Tuercas de biela	SMO-BPT
			Cojinete de biela	SMO-BCB
		Culata	junta de cabeza de cilindros	SMO-CJC
			Guía de vástago de válvula	SMO-CGV
			Válvula de escape	SMO-CVE
			Válvula de admisión	SMO-CVA
			Retención de muelle de válvula	SMO-CRM
			Guía de muelle de válvula	SMO-CGM
			Muelle de válvula	SMO-CMV
		Eje de levas		SMO-EJL
		Válvulas	Resorte de válvulas	SMO-VRV
			Brazos de balancines	SMO-VBV
			Levanta válvulas	SMO-VLV
			Varillas de empuje	SMO-VVE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 65. Esquema del sistema motriz**

Sistema	Sub-Sistema	Equipo	Codificación
<b>Sistema Motriz</b>	Sub-sistema de Lubricación	Bomba de aceite	SLU-BA
		Picos de aceite o inyectores	SLU-PI
		Enfriador de aceite	SLU-EA
		Filtros refrigerante	SLU-RE
		Carter	SLU-CA
	Sub-sistema de Combustible	Tanque	SCO-TA
		Cebador manual	SCO-CM
		Filtros de combustible	SCO-FC
		Bomba de inyección lineal	SCO-BIL
		Válvula de retención	SCO-VR
		Inyector	SCO-IN
		Tubería de retorno	SCO-TR
		Cañerías	SCO-CÑ
	Sub-sistema de Admisión	Filtro de aire del motor	SAD-FAI
		Turbo compresor	SAD-TC
		Manguera de aire	SAD-MAI
		Múltiple de admisión	SAD-MUA
		Intercooler	SAD-INT
	Sub-sistema de escape	Turbo de escape	SES-TE
		Múltiple de escape	SES-MUE
		Silenciador	SES-SIL
	Sub-sistema de enfriamiento	Bomba de agua	SEN-BA
		Radiador	SEN-RA
		Mangueras de agua	SEN-MGA
		Termostato	SEN-TE
		Enfriador de aceite	SEN-ENA
		Manguera de radiador	SEN-MGR
		Tanque de agua	SEN-TAA

Fuente: Elaboración Propia



### 3.2.1.2. Componentes del sistema de transmisión

**Tabla 66. Esquema del sistema de transmisión**

Sistema	Equipo	Partes	Codificación
<b>Sistema de Transmisión</b>	Embrague	Disco	STE-DI
		Plato presor tipo diafragma	STE-PPD
		Collarín de embrague	STE-CE
		Horquilla	STE-HO
		Cojinete de desembrague	STE-CDE
	Caja de cambios manual	Mando de la palanca de cambios	STC-MPC
		Eje de entrada	STC-EEN
		Engranajes	STC-ENG
		Anillo sincronizador	STC-AS
		Manguito del cubo	STC-MAC
		Cubo del embrague	STC-CEM
		Válvula relé	STC-VR
		Resorte de chavetas	STC-RCH
		Chavetas sincronizadas	STC-CHS
		Eje de marcha atrás	STC-EMA
		Eje de salida	STC-ESA
		Filtro de transmisión	STC-FTR
	Árbol de transmisión	Plato de transmisión	STA-PTR
		Cruceta	STA-CR
		Árbol de transmisión (Manguito)	STA-MAT
	Puente trasero	Cojinete de soporte	STP-CSO
		Carcasa o funda	STP-CAR
	Conjunto diferencial	Satélite	STCO-SAT
		Palieres (semiejes)	STCO-PAS
		Piñón solar	STCO-PIS
		Planetarios	STCO-PLA
		Corona anular	STCO-COA

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.1.3. Sistema de dirección

**Tabla 67. Esquema del sistema de dirección**

Sistema	Equipo	Codificación
Sistema de Dirección	Volante	SDI-VO
	Caña de dirección	SDI-CDI
	Caja de dirección	SDI-CADI
	Depósito de aceite	SDI-DA
	Bomba de servo	SDI-BSE
	Eje de dirección	SDI-EDI
	Mangueras de dirección	SDI-MDI

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.12.4. Sistema de frenos

**Tabla 68. Esquema del sistema de frenos**

Sistema	Equipo	Codificación
Sistema de Frenos	Depósito de aire	SFR-DAI
	Compresor	SFR-COM
	Cilindro de freno	SFR-CFR
	Zapatillas de freno	SFR-ZFR
	Pedal de freno de pie	SFR-PFRP

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.1.5. Sistema de suspensión

**Tabla 69. Esquema del sistema de suspensión**

Sistema	Sub-sistema	Equipo	Codificación
Sistema de suspensión	Sub-sistema delantero	Perno de sujeción	SSU-SDPS
		Soporte superior	SSU-SDSS
		Conjunto de soporte delantero	SSU-SDCD
		Paquete de muelles	SSU-SDPM
		Soporte inferior	SSU-SDSI
		Patín	SSU-SDPA
		Amortiguador	SSU-SDAM
		Conjunto de soporte posterior	SSU-SDCP
	Sub-sistema trasero	Paquete de muelles	SSU-STPM
		Soporte inferior	SSU-STSI
		Grillete/	SSU-STGR
		Amortiguador	SSU-STAM
		Perno de sujeción	SSU-STPS
		Soporte superior	SSU-STSS

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.1.6. Sistema Eléctrico

**Tabla 70. Esquema del sistema eléctrico**

Sistema	Equipo	Codificación
Sistema eléctrico	Focos	SEL-FC
	Direccionales	SEL-DR
	Micas	SEL-MI
	Relé de luces	SEL-RL
	Buges de arranque	SEL-BA
	Terminales eléctricas	SEL-TE
	Relé de precalentador	SEL-RP
	Batería	SEL-BA

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.1.7. Neumáticos

**Tabla 71. Esquema del neumático**

Sistema	Partes	Codificación
Neumático	Llantas	NEU-LLA
	Rodamientos de rueda	NEU-ROR
	Aro	NEU-ARO

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Para realizar el análisis de criticidad de los volquetes de la EMPRESA DE TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L. Se evaluó los sistema pertenecientes del activo (Sistema de Freno, Sistema de Suspensión, Sistema Motor, Sistema Eléctrico, Sistema de Transmisión y Sistema Neumático), se usó el modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del grupo de consultoría inglesa The Woodhouse Partnership Limited de la Tabla 6, también se empleó la matriz de criticidad Gráfico 1 determinando los sistemas críticos.

#### *CONSECUENCIA*

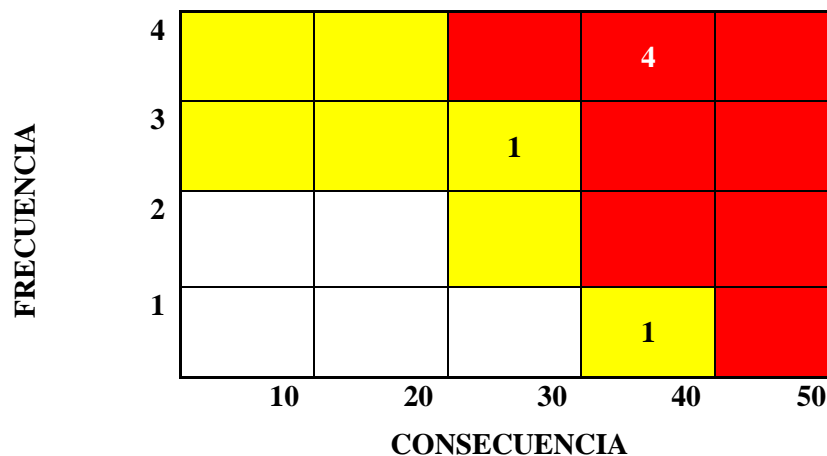
$$= ((\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo mantenimiento} + \text{Impacto a seguridad ambiental e higiene})$$

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA} \times \text{CONSECUENCIA}$$

Tabla 72. Análisis de criticidad

Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	Total	Jerarquización
Sistema de Freno	4	10	4	1	8	49	<b>196</b>	<b>C</b>
Sistema de Suspensión	3	7	4	1	3	32	<b>128</b>	<b>MC</b>
Sistema Motor	4	10	4	1	3	44	<b>176</b>	<b>C</b>
Sistema Eléctrico	4	10	4	1	3	44	<b>176</b>	<b>C</b>
Sistema de Transmisión	4	10	4	1	3	44	<b>176</b>	<b>C</b>
Sistema de Neumático	1	10	4	1	8	49	<b>49</b>	<b>MC</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Gráfico 2. Resultados de análisis en la matriz de criticidad**  
**Fuente: elaboración propia**

Se realizó la matriz de criticidad que se tomó en cuenta el Gráfico1, en donde indicó que existen cuatro sistemas críticos como el sistema de frenos, sistema motor, el sistema de eléctrico y de transmisión, también indicó dos sistemas semi-críticos que son el sistema de dirección y de suspensión. Esto se debe a que el volquete está compuesto por sistemas que están relacionados entre sí, si falla uno puede repercutir en otro o parar el vehículo en su totalidad como también afectar la seguridad humana externa e interna.

### 3.2.3. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS

Para realizar este análisis se tomó en cuenta la Tabla 5, se identificaron las funciones, falla funcional, modos y efecto de falla que actualmente suceden, además se identificaron los modos de falla que posiblemente podrían surgir; así mismo, se determinó la severidad, ocurrencia y detección de cada una de ellas para hallar el IPR (índice de prioridad de riesgo), finalmente se determinó el responsable de ver la falla funcional, ya sea eléctrico o mecánico.

Tabla 73. Análisis de modo de falla y efecto de falla

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área			
Proceso			Diseño		AMEF N°					dd/mm/aa					Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable	
									Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR			
Frenos	1	Permitir frenar en forma pareja cuando se requiera		A	Frenado deficiente y disparejo	1	Fuga de aire por cañerías	Falla de alguno de los circuitos, falta de presión. Si no se corrige el problema el frenado no es efectivo, en peor de los casos no se puede frenar el equipo		Revisión visual	10	5	6	300	Chequeo pre-operación e inspección visual	Mecánico
						2	Mala regulación de frenos	El frenado no es efectivo, en peor de los casos no se puede frenar cuando se requiere			10	5	7	350		Mecánico
						3	Desgaste de zapatas	El frenado no es efectivo, en peor de los casos no se puede frenar cuando se requiere			10	5	7	350		Mecánico
Suspensión	2	Brindar confort en el movimiento del vehículo		A		1	Ruptura de muelles	El viaje no es confortable, desgaste de componentes que se encuentra cerca de las hojas de muelles		Revisión visual	2	8	7	112	No exceder la capacidad de carga del vehículo	Mecánico
						2	Desgaste de amortiguadores	El viaje no es confortable, presentara ruido de golpes			4	8	7	224		Mecánico
						3	Pernos desajustados	El viaje no es confortable ya que presentara desgaste de componentes como rupturas de los muelles			4	6	8	192		Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 74. Análisis de modo de falla y efecto de falla**

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área		
Proceso			Diseño		AMEF N°					dd/mm/aa				Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable
									Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR		
Motor	3	Mantener la temperatura del motor bajo 90°C	A	Equipo no mantiene la temperatura bajo 90°C	1	Líquido refrigerante insuficiente	Alta temperatura del motor, si no se corrige el problema podría llegar a fundirse el motor	No hay control	6	3	8	144	Chofer sea responsable de cada vehículo y no tratar de deteriorarlo por el mal uso	Mecánico	
					2	Líquido refrigerante contaminado o en malas condiciones	Alta temperatura del motor, si no se corrige el problema podría llegar a fundirse el motor		8	5	8	320		Mecánico	
					3	Perdida de líquido por mangueras	Alta temperatura del motor, si no se corrige el problema podría llegar a fundirse el motor		6	5	8	240		Mecánico	
					4	Fuga de líquido refrigerante por sellos del block del motor	Equipo pierde líquido refrigerante, por lo cual, se recalienta el motor		8	3	8	192		Mecánico	
					5	Filtro de refrigerante saturado	Se eleva la temperatura		6	5	8	240		Mecánico	
					6	Falla bomba de agua	Alta temperatura del motor, si no se corrige el problema podría llegar a fundirse el motor		8	5	8	320		Mecánico	
					7	Termostato averiado	Alta temperatura del motor, si no se corrige el problema podría llegar a fundirse el motor		6	3	8	144		Mecánico	
					8	Bajo nivel de aceite lubricante de motor	Equipo se sobrecalienta		6	5	8	240		Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75. Análisis de modo de falla y efecto de falla

MEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área			
Proceso			Diseño		AMEF N°					dd/mm/aa					Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable	
									Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR			
Motor	3	Mantener la temperatura del motor bajo 90°C	A	Equipo no mantiene la temperatura bajo 90°C	9	Filtro de aceite motor saturado	Equipo puede sobrecalentarse, ya que, la lubricación es inadecuada		No hay control	6	5	8	240	Chofer sea responsable de cada vehículo y no tratar de deteriorarlo por el mal uso	Mecánico	
					10	Aceite motor deteriorado o contaminado	Equipo se sobrecalienta, la lubricación insuficiente produce el rápido desgaste de las partes internas del motor			6	5	8	240		Mecánico	
	4	Contener el combustible en el sistema	A	No contiene combustible en el sistema	1	Fuga de combustible en circuito de alimentación	Se produce perdida de combustible, aumenta el consumo		Chequeo diario	8	3	3	72	Chequeo diario	Mecánico	
					2	Fuga por tanque de combustible	Se produce perdida de combustible, aumenta el consumo			8	1	8	64		Mecánico	
	5	Contener el aceite del motor	A	No contiene el aceite del motor	1	Fuga por tapón del cárter	Perdida de aceite por tapón del cárter ( esto puede ocurrir por un apriete inadecuado)		No hay control	8	1	8	64	Inspección visual	Mecánico	
					2	Falla empaquetadura de culata	Pérdida de fuerza y aceite de motor, (contaminación de aceite con agua)			8	2	8	128		Mecánico	
					3	Culata averiada	Pérdida de fuerza y aceite de motor, (contaminación de aceite con agua)			8	4	8	256		Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 76. Análisis de modo de falla y efecto de falla**

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área	
Proceso			Diseño		AMEF N°			dd/mm/aa					Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable
								Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR		
Motor	5	Contener el aceite del motor	A	No contiene el aceite del motor	4	Fuga por junta en el filtro de aceite	Perdida de aceite de motor (esto puede ocurrir por un apriete inadecuado)	Chequeo diario	6	5	6	180	Chequeo diario	Mecánico
Motor	6	Cargar los materiales agregados para entregar a los clientes	A	Equipo no puede cargar los materiales agregados	1	Falta de combustible	Equipo no arranca. Si chofer no se percata y da arranque, puede agotar la batería y además el sistema aspira aire (falla operacional)		8	1	3	24	Chequeo visual	Mecánico
					2	Tuberías o filtros de combustibles obstruidos o con aire	Equipo no arranca. Tiempo para reparar: alrededor de 1 hora		6	5	8	240		Mecánico
					3	Falla bomba inyectora de combustible	Dependiendo de la falla, puede que funcione el equipo sin fuerza y con un aumento excesivo en el consumo de combustible o que el equipo no arranque		8	1	8	64		Mecánico
	7	No contaminar el ambiente	A	Contamina el ambiente	1	Inyectores sucios o descalibrados	Se produce una combustión incompleta, lo que reduce la potencia y emite humos negros		8	5	8	320		Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77. Análisis de modo de falla y efecto de falla

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS									Resp. Área			
Proceso			Diseño		AMEF N°						dd/mm/aa			Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable
									Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR		
Eléctrico	8	Cargar los materiales agregados para entregar a los clientes	A	Equipo no puede cargar los materiales agregados	1	Falla chapa de contacto y arranque	Equipo no arranca. Tiempo para reparar: 1 hora aprox.		Inspección visual	6	1	7	42	Chequeo pre-operacional	Eléctrico
					2	Nivel de electrolito de batería insuficiente	Batería se agota. Equipo no arranca.			6	3	7	126		Eléctrico
					3	Terminales de batería sueltos o sulfatados	Se enciende luz testigo en tablero indicando que batería no se están cargando, si no se corrige el problema las baterías terminan por descargarse y equipo no arranca			6	5	6	180		Eléctrico
					4	Rodamiento de alternador deteriorado	Se enciende luz testigo en tablero indicando que batería no se están cargando, si no se corrige el problema las baterías terminan por descargarse y equipo no arranca			6	5	6	180		Eléctrico
					5	Bujes de alternador gastados	Se enciende luz testigo en tablero indicando que batería no se están cargando, si no se corrige el problema las baterías terminan por descargarse y equipo no arranca			6	5	6	180		Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78. Análisis de modo de falla y efecto de falla

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área			
Proceso			Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:			
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable	
									Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR			
Eléctrico	8	Cargar los materiales agregados para entregar a los clientes	A	Equipo no puede cargar los materiales agregados	6	Bujes de arranque gastados	Se agota batería y equipo no arranca		Control no aplicado		6	5	6	180	Chequeo visual y pre-operacional	Eléctrico
					7	Terminales eléctricas sulfatadas	Equipo no arranca (falla común por ambiente de trabajo)				7	5	8	280		Eléctrico
					8	Falla precalentador de arranque en frío	Equipo no arranca cuando esta frío. Tiempo para reparar: alrededor 4 horas				8	3	8	192		Eléctrico
					9	Falla relé de precalentador	Equipo no arranca cuando esta frío. Tiempo para reparar: 1 hora				6	5	8	240		Eléctrico
	9	Iluminar la zona de trabajo	A	No ilumina zona de trabajo cuando se requiere	1	Fusibles de luces quemados	Luces no encienden		Chequeo diario		6	8	7	336	Chequeo diario	Eléctrico
					2	Focos quemados	Luces no encienden				6	8	7	336		Eléctrico
					3	Falla relé de luces	Luces no encienden				6	8	7	336		Eléctrico
					4	Terminales sulfatados	Luces no encienden				6	8	7	336		Eléctrico
					5	Micas de luces quebradas	Alumbrado insuficiente				6	8	7	336		Eléctrico
					6	Interruptores averiados	Luces no encienden				7	5	7	245		Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

AMEF de			ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Resp. Área	
Proceso			Diseño		AMEF N°			dd/mm/aa					Departamento:	
Sistema	Función que desempeña		Falla funcional		Modo de falla		Efecto de falla	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable
								Control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR		
Transmisión	10	Permite transmitir la potencia suficiente para que las ruedas giren	A	No transmite la potencia suficiente para que las ruedas giren	1	Desgaste de crucetas de cardán	Se producen vibraciones a ciertas velocidades y escuchar golpeteos al momento de embragar la transmisión.	Tablero de indicación	6	7	6	252	Tablero de indicación de nivel de líquidos, chequeo pre-operación	Mecánico
					2	Aceite en mal estado o contaminado	Se produce disminución de rendimiento mecánico, y consumo elevado de aceite		6	3	8	144		Mecánico
					3	Bajo nivel de aceite en la transmisión	Fallas en el movimiento, demora en los cambios, acoplamiento brusco		6	5	6	180		Mecánico
					4	Filtro de aceite de la transmisión saturado	Se demoran los cambios, acoplamiento brusco		6	7	8	336		Mecánico
Neumáticos	11	Realiza el traslado de forma segura	A	Realiza el traslado de forma insegura	1	Neumáticos gastados	El traslado se hace de forma insegura, ya que podría estrellarse	Inspección visual	8	5	3	120	Chequeo pre-operación	Mecánico
					2	Pernos de rueda cortados o falta tuerca	El traslado se hace de forma insegura, ya que podrían cortarse los demás pernos y desplazarse algún neumático		8	3	3	72		Mecánico
	12	Permite el libre desplazamiento cuando se requiera	A	No permite el libre desplazamiento	1	Rodamiento de ruedas agripados	Equipo se siente pesado, aumenta fricción		6	4	8	192		Mecánico
					2	Neumáticos con baja presión	Equipo se siente pesado y aumenta fricción		6	3	8	144		Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 79. Hoja de decisión de RCM**

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizars e por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
1	A	1	S	S			S						Revisar efecto de Freno (Chequeo pre-operación)						Diario	Mecánico
1	A	2	S	S			S						Regular Frenos						250-500	Mecánico
1	A	3	S	S			S						Revisar estado de zapatas de freno						250-500	Mecánico
2	A	1	S	S	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
2	A	2	S	S	N	N	S						Revisar amortiguadores						100h	
2	A	3	S	S	N	N	S						Revisar pernos y componentes que se encuentran cerca de las hojas de muelles						100h	Mecánico
3	A	1	S	N	N	N	S						Revisar el nivel de refrigerante (chequeo pre-operación), llenar en caso sea necesario						Diario	Mecánico
3	A	2	S	N	N	N	N	N	S				Cambiar Refrigerante (Protección contra la corrosión)						Diario	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80. Hoja de decisión de RCM

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizarse por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
3	A	3	S	N	N	N	S						Revisar si existe fuga de refrigerante (cheque pre-operación)						Diario	Mecánico
3	A	4	S	N	N	N	S						Como 3-A-3						Diario	Mecánico
3	A	5	S	N	N	N	N	N	S				Sustituir filtro refrigerante						2 000h	Mecánico
3	A	6	S	N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							Mecánico
3	A	7	S	N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							Mecánico
3	A	8	S	N	N	N	S						Controlar nivel de aceite de motor (chequeo pre-operación), rellenar si es necesario con aceite para motor volvo.						Diario	Mecánico
3	A	9	S	N	N	N	N	N	S				Cambiar filtro de aceite de motor						250h	Mecánico
3	A	10	S	N	N	N	N	N	S				Cambiar aceite de motor						250h	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 81. Hoja de decisión de RCM**

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial (Km)	a realizars e por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
							O1	O2	O3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
4	A	1	S	N	N	S	S						Revisar si existen fugas de combustible en línea de alimentación (chequeo pre-operación)						Diario	Chofer
4	A	2	S	N	N	N	S						Revisar si existen fugas de combustible en estanque (chequeo pre-operación)						Diario	Chofer
5	A	1	S	N	N	N	S						Revisar si existe fuga de aceite de motor por tapón de cárter y corregir en caso sea necesario						Diario	Mecánico
5	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
5	A	3	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
5	A	4	S	N	N	N	S						Revisar si existe fuga por junta de filtro de aceite y corregir en caso sea necesario						Diario	Mecánico
6	A	1	S	N	N	S	S						Revisar el nivel de combustible (chequeo pre-operación)						Diario	Mecánico
6	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Sustituir filtro de combustible						250	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 82. Hoja de decisión de RCM**

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizarse por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
6	A	3	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
7	A	1	S	N	S		S						Revisar presión y condición de inyección, corregir si es necesario						500 h	Mecánico
8	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
8	A	2	S	N	N	S	S						Revisar el nivel de electrolito a batería, debe de estar a unos 10 mm sobre las placas, si es inferior rellenar con agua destilada						250h	Eléctrico
8	A	3	S	N	N	S	S						Comprobar que terminales de cables y bornes de batería se encuentren limpios apretados y engrasados						250h	Eléctrico
8	A	4	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado. Se propone si, la compra del alternador stand-by, ya que la reparación demora más tiempo que el cambio. Se evalúa económicamente							
8	A	5	S	N	N	S	N	N	N											
8	A	6	S	N	N	S	N	N	N											

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 83. Hoja de decisión de RCM

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizarse por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
8	A	7	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
8	A	8	S	N	N	S	S						Verificar estado de cables, terminales y cambiar en caso sea necesario						250h	Eléctrico
8	A	9	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado							
9	A	1	S	S			S						Revisar funcionamiento de luces (chequeo pre-operaciòn)						Diario	Eléctrico
9	A	2	S	S			S						Como 9-A-1						Diario	Eléctrico
9	A	3	S	S			S						Como 9-A-1						Diario	Eléctrico
9	A	4	S	S			S						Como 9-A-1						Diario	Eléctrico
9	A	5	S	S			S						Como 9-A-1						Diario	Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 84. Hoja de decisión de RCM**

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizarse por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
							O1	O2	O3											
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H4								
9	A	6	S	S			S						Revisar estado de micas (chequeo pre-operación)						Diario	Chofer
10	A	1	S	N	N	N	S						Lubricar con grasa la cruceta de cardán						100h	Mecánico
10	A	2	S	N	N	N	S						Sustituir el filtro y aceite de transmisión						500h	Mecánico
10	A	3	S	N	N	S	S						Chequear nivel de aceite de transmisión, llenar en caso sea requiera con aceite para transmisión que cumpla con las normas Allison C4						250h	Mecánico
10	A	4	S	N	N	S	N	N	S				Sustituir filtro de transmisión						500h	Mecánico
11	A	1	S	S			S						Revisar estado de neumáticos						100h	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 85. Hoja de decisión de RCM**

Sistema							Equipo de trabajo									F Realización				
Subsistema							Aprobado por:									F aprobación				
referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas						intervalo inicial	a realizarse por
							H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4								
							N1	N2	N3											
11	a	2	S	S			S						Revisar si existen pernos cortados o falta de tuercas en ruedas (chequeo pre-operación)						100	Mecánico
12	A	1	S	N	N	S	N	S					Lubricar rodamientos de ruedas con grasa						100	Mecánico
12	A	2	S	N	N	S	S						Revisar presión de aire en neumáticos y corregir si es necesario						diario	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

### **3.2.4. PLAN DE MANTENIMIENTO**

Después de haber realizado el análisis de criticidad y determinar los sistemas críticos del volquete, se plasmaron los datos en el formato de análisis de modo y efecto de falla en el cual se encontraron fallas posibles que pueden surgir y efectuar sus respectivas tareas para mitigarlas, en base a esto se elaboró el plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, con una previa capacitación al personal a cargo de los volquetes y así poder realizar el mantenimiento siguiendo el cronograma.

#### **3.2.4.1. Capacitación del plan de mantenimiento**

La capacitación es fundamental para la correcta implementación del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, por eso debe brindarse las condiciones y recursos necesarios a todos los trabajadores para que conozcan el trabajo a realizar, y así poder generar cambios favorables y a una cultura de prevención.

En la capacitación se llevará a cabo la implementación de un plan de mantenimiento basado en el método RCM. Por ello, se organizará una reunión con todo el personal de la empresa dando a conocer el método de mantenimiento “RCM”, desarrollando la metodología con hechos reales de la empresa, teniendo en cuenta aportación del equipo de trabajo con sus conocimientos necesarios y ejecutando el conjunto de actividades para poner en marcha el plan de mantenimiento, darle seguimiento y mejora continua al mismo.

#### **3.2.4.2. Tareas a realizar**

Para la implementación plan de mantenimiento preventivo, se requiere personal capacitado para realizar los mantenimientos programados a los equipos.

En el plan de mantenimiento preventivo, se asignaron tareas para mitigar las fallas críticas que pueden surgir, en la siguiente tabla se muestra la actividad, las herramientas, materiales que se utilizaran y el periodo de la tarea.

Para el registro de información se hacen charlas de capacitación al mecánico y a los choferes, para familiarizarlos con los formatos de solicitud de repuestos y de las condiciones en que se encuentra la máquina al empezar sus actividades diarias, con el fin de actualizar las hojas de vida y poder tener un registro escrito verídico del estado de actual de los equipos.

**Tabla 86.Chequeo pre-operación volquete volvo**

Artículo	Inspección
<b>Combustible</b>	Revisar si existen fugas en línea de alimentación y/o estanque de combustible, revisar nivel de combustible rellenar si es necesario
<b>Sistema de frenos</b>	Revisar efecto del frenado, funcionamiento y efecto del freno de estacionamiento, funcionamiento de luces de freno
<b>Sistema de enfriamiento</b>	Revisar si existen fugas en radiador o mangueras, revisar nivel de refrigerante y rellenar en caso que sea necesario
<b>Motor</b>	Revisar nivel de aceite de motor, rellenar si es necesario con aceite para motor Volvo
<b>Luces</b>	Revisar estado de micas y funcionamiento de luces
<b>Ruedas</b>	Revisar si existen anomalías en ruedas, pernos cortados, tuercas flojas o falta de tuercas
<b>General</b>	Revisar si existen anomalías en estructura, partes soldadas, flojas, daño exterior, etc. Revisar si existen ruidos y/o emisiones de gases anormales por escape.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 87. Plan de Mantenimiento**

Actividad	Material	Herramientas	Periodo (Horas)	Tiempo de ejecución	N° de personas	Responsable
Revisar efecto de Freno		Manómetro de presión	Diario	30 minutos	1	Mecánico
Regular frenos		Llave 14 Llave 10	250	30 minutos	1	Mecánico
Verificar estado de zapatas	Tambor Zapatas	Llave 14 Micrómetro exteriores	250	30 minutos	1	Mecánico
Verificar amortiguador del sistema de suspensión	Bocinas Amortiguadores	Llave 13 Llave 16 Prensa Alicate	100	30 minutos	1	Mecánico
Verificar el ajustes de los pernos y componentes que están cerca de las hojas de muelles	Pernos	Dado 15/16 Llave 15/16	500	1 hora	1	Mecánico
Revisar nivel de refrigerante	Refrigerante		Diario	30 minutos	1	Mecánico
Sustituir filtro refrigerante	Filtro refrigerante	Saca filtro de cadena Dado 1/16	2000	1hora	1	Mecánico
Revisar nivel de aceite de motor	Aceite 15 W/40	Dado 1/16 Aceitera	Diario	30 minutos	1	Mecánico
Cambiar aceite de motor	Aceite 15 W/40	Saca filtro de cadena Dado 1/16	250	1 hora	1	Mecánico
Cambiar el filtro de aceite	Aceite 25 W 50	Saca filtro de cadena Dado 1/16	250	1 hora	1	Mecánico
Revisar si existen fugas de combustible en línea de alimentación			Diario	30 minutos	1	Mecánico
Revisar si existe fugas de aceite por tapón de carter	Perno de 1 1/16	Dado 1 1/16 Palanca 1 1/16	Diario	30 minutos	1	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 88. Plan de Mantenimiento**

Actividad	Material	Herramientas	Periodo (Horas)	Tiempo de ejecución	N° de personas	Responsable
Revisar si existe fuga por junta de filtro de aceite	Mangueras Abrazaderas	Desarmador plano Llave 8; 6; 10	Diario	30 minutos	1	Mecánico
Revisar nivel de combustible			Diario	15 minutos	1	Mecánico
Cambio de filtro de combustible	Filtro de combustible	Saca filtro de cadena Llave ½	250	1 hora	1	Mecánico
Cambiar del Filtro primario y secundario	Filtro Primario y Secundario	saca filtro de cadena Llave 11/16; ½; 15/16	500	30 minutos	1	Mecánico
Revisar presión y condición de inyección		Dado 1/2 Llave 11/16 Desarmador	500	1 hora	1	Mecánico
Revisar nivel de electrolitos de batería	Batería Agua destilada	Delsimetro	250	30 minutos	1	Eléctrico
Verificar estado de cables, limpieza, engrasados y apretados	Terminales eléctricos Grasa dieléctrica	Lija Llave 11; 7/16	250	30 minutos	1	Eléctrico
Revisar funcionamiento de luces	Relé	Llave 10	Diario	30 minutos	1	Eléctrico
Revisar micas	Micas		250	15 minutos	1	Eléctrico
Engrasar las crucetas de cardan	Grasa NGL3 (roja)	Engrasadora Llave 11	100	30 minutos	1	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 89. Plan de Mantenimiento**

<b>Actividad</b>	<b>Material</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Periodo (Horas)</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>N° de personas</b>	<b>Responsable</b>
Cambiar aceite y Filtro de transmisión	Filtro de transmisión	Saca filtro de cadena Dado 1/16	500	1 hora	1	Mecánico
Verificar estado de Neumáticos	Llantas	Medidor de Cocada	100	30 minutos	1	Mecánico
Revisar si existe pernos cortados o falta tuerca en ruedas	Pernos 36	Llaves 11 Llave 11	100	30 minutos	1	Mecánico
Engrasar los rodamientos de ruedas	Grasa NGL3 (roja)	Llaves 11 Engrasadora	100	30 minutos	1	Mecánico
Verificar la presión de aire de los neumáticos	Llantas	Llaves 11	Diario	30 minutos	1	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 90. Cronograma de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VOLQUETE VOLVO 6X4 N10												
1 = Inspección / X = Cambio-Ejecución / Revisar cada 100 Km				HORAS								
				MP 100	MP 250	MP 500	MP 750	MP 1000	MP 1250	MP 1500	MP 1750	MP 2000
REPUESTOS Y SERVICIOS	CANT		CODIGOS									
FRENO												
Revisar efecto de Freno			SFR	D I A R I O								
Regular Frenos			SFR	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Revisar estado de zapatas	8	Unidad	SFR	0	1	1	1	1	1	1	1	1
SUSPENSIÓN												
Revisar amortiguadores	4	Unidad	SSU-SDAM SSU-STAM	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Revisar pernos y componentes que se encuentran cerca de las hojas de muelles			SSU-SDSS SSU-STPS	0	0	1	0	1	0	1	0	1
MOTOR												
Revisar Nivel de refrigerante	38	Litros	SLU	D I A R I O								
Sustituir filtro refrigerante	1	Unidad	SLU-RE	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Revisar Nivel de aceite	38	Litros	SLU	D I A R I O								
Cambiar aceite de motor	38	Litros	SLU	0	X	X	X	X	X	X	X	X
Filtro aceite de motor	2	unidad	SLU	0	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisar si existen fugas de combustible en línea de alimentación y estanque			SCO-CÑ	D I A R I O								
Revisar si existe fuga de aceite de motor por tapón de cárter			SLU	D I A R I O								
Revisar si existe fuga por junta de filtro de aceite			SLU-FA	D I A R I O								
Revisar el nivel de combustible	120	Galones	SCO-TA	D I A R I O								
Filtro de combustible	2	Unidad	SCO-FC		X	X	X	X	X	X	X	X
Filtro primario y secundario	2	Unidad	SCO-FC	0	0	X	0	X	0	X	0	X
Revisar presión y condición de inyección			SMO-MPI	0	0	1	0	1	0	1	0	1
ELÉCTRICO												
Revisar nivel de electrolito en batería	10	mm	SEL-BA	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Verificar estado de cables limpieza, engrasados y apretados			SEL-TER	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Revisar funcionamiento de luces	6	Unidad	SEL-FC	D I A R I O								
Revisar estado de micas	12	Unidad	SEL-MI	0	1	1	1	1	1	1	1	1
TRANSMISIÓN												
Lubricar con grasa la cruceta de cardán	4	Unidad	STA-CR	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sustituir Filtro de transmisión	1	unidad	STC-FTR	0	0	X	0	X	0	X	0	X
Cambiar Aceite de transmisión	20	litros	STC-FTR	0	0	X	0	X	0	X	0	X
NEUMÁTICOS												
Estado de neumáticos	6	mm	NEU	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	4											
Revisar si existe pernos cortados o falta de tuercas en ruedas			NEU-ARO	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lubricar rodamientos de rueda	4	Litros	NEU-ROR	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	Balde										
Revisar Presión de aire	110 - 120	Kpa	NEU-LLA	D I A R I O								

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 91. Horas de mantenimiento anual**

<b>Actividad de mantenimiento</b>	<b>Tiempo aproximado (min)</b>	<b>N° de veces al año</b>	<b>Tiempo anual de mantenimiento (min)</b>	<b>Tiempo anual de mantenimiento (horas)</b>
Revisar efecto de Freno	15	20	300	5
Regular Frenos	30	8	240	4
Revisar estado de zapatas	30	8	240	4
Revisar amortiguadores	30	20	600	10
Revisar pernos y componentes que se encuentran cerca de las hojas de muelles	60	4	240	4
Revisar Nivel de refrigerante	15	288	4320	72
Sustituir filtro refrigerante	60	1	60	1
Revisar Nivel de aceite	15	288	4320	72
Cambiar aceite de motor	60	8	480	8
Cambiar Filtro aceite de motor	60	8	480	8
Revisar si existen fugas de combustible en línea de alimentación y estanque	15	288	4320	72
Revisar si existe fuga de aceite de motor por tapón de cárter	30	288	8640	144
Revisar si existe fuga por junta de filtro de aceite	30	288	8640	144
Revisar el nivel de combustible	5	288	1440	24
Cambiar Filtro de combustible	60	8	480	8
Cambiar Filtro primario y secundario	30	4	120	2
Revisar presión y condición de inyección	60	4	240	4
Revisar nivel de electrolito en batería	30	8	240	4
Verificar estado de cables limpieza, engrasados y apretados	30	8	240	4
Revisar funcionamiento de luces	15	288	4320	72
Revisar estado de micas	15	8	120	2
Lubricar con grasa la cruceta de cardán	30	20	600	10
Sustituir Filtro de transmisión	60	4	240	4
Cambiar Aceite de transmisión	60	4	240	4
Verificar Estado de neumáticos	30	20	600	10
Revisar si existe pernos cortados o falta de tuercas en ruedas	15	20	300	5
Lubricar rodamientos de rueda	30	20	600	10
Revisar Presión de aire	15	288	4320	72
<b>Total</b>				<b>783</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 91 muestra las actividades de mantenimiento, el tiempo de ejecución de la actividad y el número de veces al año que se realizará dicha actividad preventiva. Para calcular las horas anual de mantenimiento se multiplico el tiempo aproximado (min) por el número de veces al año, luego se dividió entre 60 minutos y el resultado es de 836 horas de mantenimiento preventivo programado.

Entonces las horas de producción es de 2 600 horas al año, pero teniendo en cuenta el mantenimiento programado que es de 783 horas, las horas para el servicio es de 1817 por volquete.

### 3.2.5. INDICADORES

#### 3.2.5.1. Indicador de disponibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales para la producción}}{\text{Horas totales para la producción} + \text{horas de mantenimiento}}$$

De acuerdo a la fórmula de disponibilidad es el tiempo disponible para producir y el tiempo total de reparación, las horas anuales totales es de 2 600 y las horas parada por mantenimiento programado es de 783, siendo así la disponibilidad de 76,85% para cada volquete, ya que la disponibilidad promedio de los siete volquetes es de 41,57% incrementando de tal manera 35,28%.

### 3.3. OBJETIVO 3:

Realizar un análisis de costo/beneficio del desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en La Empresa Sayvan E.I.R.L.

#### 3.3.1. VIAJES A INCREMENTAR

En las siguientes tablas se tomó en cuenta los viajes del 2016 que se realizaron en cada mes y los días que los volquetes trabajan al mes, dando como resultados la cantidad de viajes que debería hacer cada volquete.

**Tabla 92. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Enero**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	21	24	1
v2	68	24	3
v3	23	24	1
v4	93	24	4
v5	29	24	1
v6	30	24	1
v7	73	24	3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 93. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Febrero**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	28	24	1
v2	90	24	4
v3	30	24	1
v4	123	24	5
v5	38	24	2
v6	39	24	2
v7	96	24	4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 94. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Marzo**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	17	24	1
v2	55	24	2
v3	18	24	1
v4	75	24	3
v5	23	24	1
v6	24	24	1
v7	58	24	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 95. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Abril**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	10	24	0
v2	33	24	1
v3	11	24	0
v4	45	24	2
v5	14	24	1
v6	14	24	1
v7	35	24	1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 96. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Mayo**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	14	24	1
v2	43	24	2
v3	14	24	1
v4	59	24	2
v5	18	24	1
v6	19	24	1
v7	46	24	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 97. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Junio**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	15	24	1
v2	49	24	2
v3	16	24	1
v4	67	24	3
v5	21	24	1
v6	21	24	1
v7	52	24	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 98. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Julio**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	aumentar viajes
v1	22	24	1
v2	71	24	3
v3	24	24	1
v4	97	24	4
v5	31	24	1
v6	31	24	1
v7	76	24	3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 99. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Agosto**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	Aumentar viajes
v1	16	24	1
v2	51	24	2
v3	17	24	1
v4	70	24	3
v5	22	24	1
v6	23	24	1
v7	55	24	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 100. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Setiembre**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	Aumentar viajes
v1	29	24	1
v2	93	24	4
v3	31	24	1
v4	127	24	5
v5	40	24	2
v6	41	24	2
v7	99	24	4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 101. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Octubre**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	Aumentar viajes
v1	14	24	1
v2	46	24	2
v3	15	24	1
v4	63	24	3
v5	20	24	1
v6	20	24	1
v7	49	24	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 102. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Noviembre**

Volquete	N° de viajes	Días en un mes	Aumentar viajes
v1	18	24	1
v2	57	24	2
v3	19	24	1
v4	78	24	3
v5	24	24	1
v6	25	24	1
v7	61	24	3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 103. Cantidad de viajes que aumenta en el mes de Diciembre**

<b>Volquete</b>	<b>N° de viajes</b>	<b>Días en un mes</b>	<b>Aumentar viajes</b>
v1	10	24	0
v2	33	24	1
v3	11	24	0
v4	45	24	2
v5	14	24	1
v6	14	24	1
v7	35	24	1

Fuente: Elaboración Propia

Los viajes que aumenta al año son 142 después de realizar el plan de mantenimiento preventivo, ya que en el 2016 hubo 1 328 paradas debido a las fallas que ocurrieron. Este dato permitirá incrementar los ingresos de la empresa, ya que les permitirá hacer más viajes.

**Tabla 104. Cantidad de viajes que aumenta al año**

<b>volquetes</b>	<b>aumentar viajes al año</b>
v1	9
v2	29
v3	10
v4	39
v5	12
v6	13
v7	31
<b>Total</b>	<b>142</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2. COSTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

#### 3.3.2.1. Costo de las herramientas

Para poder implementar el plan de mantenimiento preventivo, son necesarias ciertas herramientas para llevar a cabo las actividades encomendadas en el plan de mantenimiento.

**Tabla 105. Costo de herramientas**

Herramientas	Precio unitario
Llave Mixta 11mm – Stanley	S/ 12,90
Llave Mixta 12 mm – Stanley	S/ 14,90
Llave Mixta 13 mm – Stanley	S/ 14,90
Llave Mixta 14 mm – Stanley	S/ 14,90
Llave Mixta 15 mm – Stanley	S/ 14,90
Llave Mixta 16 mm – Stanley	S/ 14,90
Llave Mixta 17 mm – Stanley	S/ 20,90
Llave Mixta 18 mm – Stanley	S/ 20,90
Llave Mixta ½	S/ 22,90
Llave 19 mm – Stanley	S/ 22,90
Llave 20 mm – Stanley	S/ 20,90
llave 22mm – Stanley	S/ 24,90
llave 24mm – Stanley	S/ 24,90
llave 25mm – Stanley	S/ 29,90
llave 27mm – Stanley	S/ 28,90
Medidor de cocada	S/ 29,90
Densímetro	S/ 170,00
Engrasadora	S/ 60,00
Dado hexagonal 17	S/ 30,00
Dado hexagonal 24	S/ 35,00
Tecle	S/ 170,00
Llave Saca filtro de cadena	S/ 130,00
Llave saca filtro de lona	S/ 135,00
<b>Total</b>	<b>S/ 1 064,40</b>

Fuente: Elaboración Propia



### 3.3.2.2. Costo de los materiales

Para realizar las actividades del plan de mantenimiento al año, se necesita los materiales tanto de cambio como de limpieza, lubricación y engrase.

**Tabla 106. Costo de Materiales**

<b>Material</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>Total</b>
filtro refrigerante	S/. 417,00	1	S/. 417,00
Filtro aceite de motor	S/. 35,00	8	S/. 280,00
Filtro de combustible	S/. 25,00	8	S/. 200,00
Filtro primario	S/. 30,00	4	S/. 120,00
Filtro secundario	S/. 30,00	4	S/. 120,00
Filtro de transmisión	S/. 30,00	4	S/. 120,00
Aceite motor	S/. 265,00	4	S/. 1 060,00
Refrigerante	S/. 345,00	288	S/. 99 360,00
Aceite de transmisión	S/. 120,00	288	S/. 34 560,00
Llantas	S/. 950,00	2	S/. 1 900,00
Aceite de ruedas	S/. 100,00	20	S/. 2 000,00
Grasa Roja GNL3	S/. 160,00	20	S/. 3 200,00
<b>Total</b>			<b>S/. 143 337,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los costos de los repuestos para implementar el plan de mantenimiento preventivo es de S/ 144 397,4 al año y por mantenimiento de fallas del año 2016 es de S/ 197 020,88.

### 3.3.3. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

El gasto de mantenimiento correctivo es de S/ 197 020, 88 en el año 2016 y para la implementación del plan de mantenimiento preventivo el costo de materiales más el costo de herramienta es de S/ 140 717, 4. La resta de estos dos valores significa el beneficio para la empresa al implementar el plan de mantenimiento preventivo que es de S/ 56 303, 48.

$$\begin{aligned}\text{Beneficio} &= \text{Costo por falla} - \text{Costo por mantenimiento preventivo} \\ \text{Beneficio} &= \text{S/ } 197\,020,88 - \text{S/ } 140\,717,4 \\ \text{Beneficio} &= \text{S/ } 56\,303,48\end{aligned}$$

### 3.3.4. INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD

De acuerdo al año 2016 y 2017 han incrementado los ingresos, debido que al implementar el plan de mantenimiento preventivo incrementaría a 142 viajes y además incrementaría la rentabilidad al 36,4% al año, por ende la ganancia para la empresa en el año 2017 sería de S/. 553 587, 79.

$$\begin{aligned}\text{Rentabilidad (RSI)} &= (\text{Ganancia} \div \text{Inversión}) * 100 \\ \text{Rentabilidad (RSI)} &= (\text{S/ } 52\,623,48 \div \text{S/ } 144\,397,40) * 100 \\ \text{Rentabilidad (RSI)} &= 36,4\%\end{aligned}$$

Tabla 107. Flujo de caja mejorado

	AÑO 2016	AÑO 2017
<b>INGRESOS</b>	S/. 2 187 841, 83	S/. 2 373 009,83
<b>EGRESOS</b>	-S/. 2 052 071, 03	-S/. 1 809 032,30
Inversión		
Combustible	-S/. 1 133 484, 19	-S/. 1 233 965,11
Gastos Operativos, Ad y Fin	-S/. 658 369, 12	-S/. 672 004,40
Tercerizado	-S/. 19 440, 00	S/. -
Mantenimiento vehicular	-S/. 197 020, 88	-S/. 144 397, 40
Impuesto a la renta	-S/. 43 756, 84	-S/. 47 460, 20
<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	S/. 135 770, 80	S/. 563 297, 61
<b>Saldo acumulado</b>	S/. 311 135, 19	S/. 875 112, 72

Fuente: Elaboración Propia

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

- Se realizó un diagnóstico inicial de la situación actual del mantenimiento de la flota de volquetes, para determinar cómo se encuentran sus componentes con el fin de conocer su estado, como resultado se identificó que la disponibilidad promedio es de 41,57%, lo cual la empresa gastó por mantenimiento correctivo S/ 197 020,88 en el año 2016.
- En el año 2016 se identificó 1 328 número de paradas con 2 957 horas de paradas, determinando que solo el V6 es el más confiable que tiene 133 fallas y tienen que pasar 19.5 horas para que suceda la parada.
- A través de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de los volquetes volvo 6x4 N10, la disponibilidad de los vehículos incremento a 76,85% , incrementando también el número de viajes al año a 142.
- Se elaboró las actividades de mantenimiento preventivo por inspección, cíclico y reemplazo, en una secuencia de horas en todo el año: 250 horas, 500 horas, 750 horas, 1000 horas, 1250 horas, 1500 horas, 1750 horas y 2000 horas.
- La elaboración del plan de mantenimiento permitió incrementar la rentabilidad a un 36.4%, incrementando de tal manera los ingresos a la empresa a S/ 2 373 009,83, teniendo como ganancia al año S/.563 297,61.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- La implicancia económica calculada para los diferentes materiales, se recomienda utilizar los volquetes de la empresa cuando al día se tienen programadas más de tres viajes.
- Se recomendará una capacitación de un día sobre la implementación del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad al mecánico como a los choferes.
- Para futuras aplicaciones es recomendable manejar la información de manera ordenada y que sea sólo una persona la encargada de llevar el registro de intervenciones y solicitudes de mantenimiento, con esto se evita que la información se disperse y se malentiendan algunos registros.
- Por otro lado, es necesario que el personal de mantenimiento sea certificado para que al producirse daños externos a la aplicación del plan de mantenimiento, dichos daños sean reparados de manera rápida y efectiva.
- Mejorar los indicadores de mantenimiento es de mucha ayuda para ejercer control sobre el plan de mantenimiento y para determinar el presupuesto adicional se debe contemplar al momento de ejecutar las actividades programadas en la ejecución de dicho plan.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, N. 2010. Distribución y el transporte - TranspCarga. <http://www.revistranspcarga.com/index.php/vision-empresarial/385-analisis/1089-la-distribucion-y-el-transporte> (consultada el 23 de mayo del 2016).
- Adrogué, E. 2013. Administración económica del mantenimiento. <http://www.clubdemantenimiento.com/mejora-de-costos-en-mantenimiento/> (consultada el 19 de mayo del 2016).
- Contreras, I. (2005). Glosario y Formulario de Administración Financiera. Consejo de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
- Cuatercasas, L. 2000. Total Productive Maintenance. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A.
- García, S. 2012. Indicadores en mantenimiento. <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento> (consultada septiembre 2016).
- Gatica, R. 2009. Mantenimiento industrial/ Industrial Maintenance: Manual De Operación Y Administración/ Manual Operation and Administration. Mexico: Editorial Trillas.
- García, Olivera. 2012. Gestión moderna del mantenimiento industrial. Colombia: Edición de la u.
- Instituto Renovetec de Ingenieria del Mantenimiento. 2016. Guía para la implantación de rcm3 en instalaciones. <http://renovetec.com/rcm3/> (consultada en agosto del 2016).
- Maquinaria Pesada. 2015. Curso de partes y sistemas de camiones volquete. <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/1753-curso-partes-sistemas-camiones-volquete> (consultada en agosto del 2016).
- Maquinaria pesada 2012. Curso de mantenimiento preventivo inspección revisiones de camión. <https://drive.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqTG8wYTJzLXUwV00/view> (Consultada en marzo del 2017).
- Maquinaria pesada 2012. Manual de lubricación de camiones. <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2271-manual-lubricacion-servicio-mantenimiento-camion-930e4-komatsu> (consultada en marzo del 2017).

- Moubray. Jhon. 2004. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Reino unido.
- Parra Marquez y crespo Marquez. 2012. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos, Sevilla: Escuela técnica superior de ingenieros industriales de la universidad de Sevilla.
- Petrovic Z., Car Z., Radicevie B. 2014. Implementation of the RCM Methodology on the Example of City Waterworks.
- Premex. 2013. Metodología análisis de criticidad. [http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Analisis\\_Criticidad.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Criticidad.pdf).
- Rodriguez, E., Bonet, C.,y Pérez, L. 2013. Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. SCIELO Ciencias Técnicas Agropecuarias: 22-2, [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542013000200011&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542013000200011&script=sci_arttext) (consultada en abril del 2016).
- S. Fore y A. Msipha. 2010. Preventive maintenance using reliability centred maintenance (rcm): a case study of a ferrochrome manufacturing company. <http://sajie.journals.ac.za>.
- Sistema de Gestion de calidad ISO 9001 procedimiento operativo. Mantenimiento preventivo volquete volvo NL12 EDC (CSSA). <http://mcalidad.cpsaa.com.pe/ListMstr/archivos/SGC-PRO-08-S3014%20VE05%20Mantenimiento%20Preventivo%20Volquete%20Volvo%20NL12%20EDC.pdf> (consultada en enero del 2017).
- Salih O Duffuaa, A. R. 1999. Planificación y control de los sistemas de mantenimiento: modelado y análisis. John Wiley & Sons.
- Woodhouse, Jhon. 1994. Criticality analysis revisited. Newbury. Inglaterra: The woodhouse partnership limited.

## VI. ANEXOS

### Anexo 1. Estado de resultado 2014- Ingresos

DETALLE POR MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PIEDRA Y AGREGADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35.112,93	40.537,88	6.961,31	5.848,86	390,14	-	10.770,21	12.378,85	9.455,54	22.118,74	1.035,99	3.141,12	147.751,59
TIERRA Y ARCILLA	1.044,36	-	1.044,36	261,09	1.332,93	1.346,67	3.964,43	3.868,24	89.698,19	632,11	1.525,31	1.305,44	106.023,12
TRANSP. FORTES	4.683,72	4.431,15	2.857,69	3.634,42	-	-	-	-	-	-	-	-	15.606,99
TRANSP. CERAMICOS	32.248,48	36.055,09	34.645,89	40.878,12	69.654,92	51.143,96	51.063,56	63.096,28	52.523,72	50.791,25	69.819,15	50.958,28	602.878,70
TRANSP. EXTERNO	29.728,64	29.731,32	45.236,56	2.039,80	2.567,83	30.502,70	53.374,28	929,26	-	-	-	-	194.110,39
DESMONTE	2.853,22	2.392,86	313,31	-	-	1.050,84	3.351,41	548,29	469,96	2.859,84	1.096,57	469,96	15.406,27
OTROS	10.034,43	33.343,03	3.188,49	1.667,31	-	1.419,96	1.994,35	8.940,36	9.550,18	3.490,81	25.436,90	1.685,63	100.751,44
<b>INGRESO DE MES SIN IGV</b>	<b>115.705,78</b>	<b>146.491,33</b>	<b>94.247,60</b>	<b>54.329,60</b>	<b>73.945,83</b>	<b>85.464,13</b>	<b>124.518,25</b>	<b>89.761,29</b>	<b>161.697,59</b>	<b>79.892,75</b>	<b>98.913,92</b>	<b>57.560,43</b>	<b>1.182.528,51</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Anexo 2. Estado de resultados 2014- Mano de obra**

<b>SUSTENTADO: MANO DE OBRA</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
LADRILLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIEDRA Y AGREGADO	23.940,00	27.971,14	3.204,98	2.776,25	68,71	-	5.092,15	7.910,54	9.089,79	11.917,80	445,00	1.309,68	93.726,03
TIERRA Y ARCILLA	45,81	-	-	-	-	-	-	-	46.327,26	91,61	-	-	46.464,68
TRANSP. FORTES	220,99	79,59	48,51	63,12	-	-	-	-	-	-	-	-	412,21
TRANSP. CERAMICOS	1.399,54	1.984,88	1.640,18	2.341,74	4.013,57	3.075,10	2.645,31	3.417,59	3.005,31	2.686,09	4.607,29	1.534,33	32.350,93
TRANSP. EXTERNO	6.837,59	6.243,58	8.988,50	407,96	796,03	9.150,81	14.571,18	306,66	-	-	-	-	47.302,30
DESMONTE	313,85	263,21	45,81	-	-	115,59	636,77	76,76	45,81	313,85	175,48	302,68	2.289,81
OTROS	2.709,30	4.566,57	892,78	458,05	-	653,18	279,21	1.396,05	916,10	903,10	2.703,31	621,58	16.099,22
	-												-
<b>MOD</b>	<b>- 35.467,07</b>	<b>- 41.108,97</b>	<b>- 14.820,76</b>	<b>- 6.047,12</b>	<b>- 4.878,30</b>	<b>- 12.994,68</b>	<b>- 23.224,62</b>	<b>- 13.107,59</b>	<b>- 59.384,27</b>	<b>- 15.912,45</b>	<b>- 7.931,07</b>	<b>- 3.768,27</b>	<b>- 238.645,18</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L.



**Anexo 3. Estado de resultado 2014 - Combustible**

<b>SIN SUSTENTO: COMBUSTIBLE</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	3.956,46	2.918,70	2.156,60	759,40	90,09	-	562,12	2.159,46	2.145,79	3.364,61	210,80	181,07	18.505,08
TIERRA Y ARCILLA	487,53	-	487,53	121,61	730,22	628,60	1.850,13	1.913,37	10.253,29	295,11	711,84	609,14	18.088,37
TRANSP. FORTES	3.021,59	2.827,09	1.904,59	2.291,43	-	-	-	-	-	-	-	-	10.044,69
TRANSP. CERAMICOS	25.000,61	27.849,28	26.475,79	32.280,83	53.769,80	38.971,84	39.840,55	48.444,12	41.084,54	39.888,02	53.365,18	42.112,40	469.082,96
TRANSP. EXTERNO	9.810,45	9.514,02	15.832,80	654,98	243,23	9.150,81	15.425,17	237,82	-	-	-	3.808,53	64.677,80
DESMONTE	684,81	526,45	78,37	-	-	262,14	809,13	97,29	27,03	753,29	376,65	54,05	3.669,21
OTROS	3.311,10	11.911,12	956,69	589,15	-	1.249,56	1.303,61	3.519,75	3.519,75	1.068,10	605,36	545,91	28.580,10
													-
<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>- 46.272,56</b>	<b>- 55.546,65</b>	<b>- 47.892,35</b>	<b>- 36.697,39</b>	<b>- 54.833,32</b>	<b>- 50.262,96</b>	<b>- 59.790,71</b>	<b>- 56.371,82</b>	<b>- 57.030,39</b>	<b>- 45.369,13</b>	<b>- 55.269,82</b>	<b>- 47.311,09</b>	<b>- 612.648,21</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L.

**Anexo 4. Estado de resultados 2014 - Provisiones de materiales**

PROVISIONES: MAT	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PIEDRA Y AGREGADO	1.963,81	1.997,20	1.758,79	1.973,91	180,16	-	654,60	1.963,81	315,29	3.603,33	324,29	630,59	15.365,79
TIERRA Y ARCILLA	-	-	-	-	-	-	-	-	3.603,33	42,75	-	24,01	3.670,10
TRANSP. FORTES	90,08	90,08	90,08	90,08	-	-	-	-	-	-	-	-	360,33
TRANSP. CERAMICOS	810,75	900,83	900,83	990,92	990,92	900,83	900,83	900,83	900,83	900,83	900,83	900,83	10.900,08
TRANSP. EXTERNO	4.244,01	4.245,63	4.606,68	5.181,77	5.337,44	4.676,41	4.098,07	4.726,67	4.731,54	5.207,72	6.767,06	4.247,25	58.070,24
DESMONTE	367,54	327,91	90,08	-	-	360,33	441,05	90,09	9,01	605,85	360,34	-	2.652,19
OTROS	302,68	847,50	151,34	290,04	-	360,33	220,52	2.702,55	900,84	576,53	3.279,05	768,72	10.400,11
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>REPARACIONES</b>	<b>- 7.778,87</b>	<b>- 8.409,15</b>	<b>- 7.597,81</b>	<b>- 8.526,72</b>	<b>- 6.508,52</b>	<b>- 6.297,91</b>	<b>- 6.315,08</b>	<b>- 10.383,96</b>	<b>- 10.460,84</b>	<b>- 10.937,02</b>	<b>- 11.631,57</b>	<b>- 6.571,40</b>	<b>- 101.418,84</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>26.187</b>	<b>41.427</b>	<b>23.937</b>	<b>3.058</b>	<b>7.726</b>	<b>15.909</b>	<b>35.188</b>	<b>9.898</b>	<b>34.822</b>	<b>7.674</b>	<b>24.081</b>	<b>-90</b>	<b>229.816</b>
<b>PORCENTAJE RENTABILIDAD X MES</b>	<b>23%</b>	<b>28%</b>	<b>25%</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>19%</b>	<b>28%</b>	<b>11%</b>	<b>22%</b>	<b>10%</b>	<b>24%</b>	<b>0%</b>	<b>19%</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 5. Estado de resultados 2014 - Gastos Adm. y Financieros**

INGRESO Y GASTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
UTILES DE OFICINA	50,00	89,00	181,00	20,00	17,00	59,90	189,00	66,33	96,00	36,10	36,10	36,36	876,79
GASTOS REPRESENTATIVOS	693,30	978,27	1.055,78	439,91	1.583,68	923,81	1.143,77	967,80	202,36	703,86	747,85	879,82	10.320,20
COMIDA													
TELEFONOS	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	208,04	208,04	2.808,54
SUELDOS YVAN	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	72.000,00
ADMINISTRACION	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	2.400,00	1.200,00	1.200,00	700,00	700,00	14.600,00
SUELDO COMERCIAL	750,00	750,00	750,00	750,00	200,00	500,00	500,00	700,00	500,00	500,00	850,00	850,00	7.600,00
SUELDO CAJERA	750,00	750,00	750,00	500,00	750,00	750,00	750,00	1.125,00	750,00	750,00	850,00	850,00	9.325,00
SUELDO LOGISTICA	-	-	-	200,00	750,00	750,00	750,00	1.125,00	750,00	750,00	850,00	850,00	6.775,00
ISIS RODRIGUEZ LACHE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.300,00	1.300,00	2.600,00
CONTABILIDAD	500,00	500,00	1.000,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	6.500,00
CAMARA FOTOGRAFICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	845,76	845,76
CAMIONETA FORD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.036,44	2.036,44
RANGER APV-810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUTO AMARILLO YVAN	2.061,25	2.078,29	2.044,22	1.618,34	1.704,19	2.095,32	2.725,62	1.703,51	1.548,65	1.290,54	1.173,22	651,79	20.694,94
M2T-079	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.550,85	6.675,67	11.226,52
MANTENIMIENTO SIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACTIVIDAD UNID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>12.212,59</b>	<b>12.657,62</b>	<b>13.189,04</b>	<b>11.436,29</b>	<b>13.016,93</b>	<b>12.987,07</b>	<b>13.966,43</b>	<b>14.899,71</b>	<b>- 11.755,05</b>	<b>- 11.938,54</b>	<b>- 17.766,06</b>	<b>- 22.383,88</b>	<b>- 168.209,19</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>2.434,00</b>	<b>1.560,00</b>	<b>3.759,00</b>	<b>2.830,00</b>	<b>2.987,00</b>	<b>2.750,00</b>	<b>2.450,00</b>	<b>1.938,00</b>	<b>- 1.677,00</b>	<b>- 2.311,00</b>	<b>- 6.866,00</b>	<b>- 1.977,00</b>	<b>- 33.539,00</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 6. Estado de resultado 2015 - Ingresos**

<b>DETALLE POR MES</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	74.708,37	86.250,82	14.811,30	12.444,38	830,09	-	22.915,35	26.337,98	20.118,18	47.061,16	2.204,24	6.683,23	314.365,09
TIERRA Y ARCILLA	2.222,03	-	2.222,03	555,51	2.836,02	2.865,25	8.434,96	8.230,30	190.847,22	1.344,92	3.245,34	2.777,54	225.581,12
TRANSP. FORTES	9.965,37	9.427,99	6.080,20	7.732,82	-	-	-	-	-	-	-	-	33.206,37
TRANSP. CERAMICOS	68.613,79	76.712,95	73.714,65	86.974,71	148.201,97	108.816,94	108.645,88	134.247,41	111.752,59	108.066,49	148.551,38	108.421,87	1.282.720,63
TRANSP. EXTERNO	63.252,42	63.258,12	96.248,00	4.340,00	5.463,47	64.899,36	113.562,30	1.977,15	-	-	-	-	413.000,83
DESMONTE	6.070,68	5.091,19	666,61	-	-	2.235,84	7.130,67	1.166,57	999,92	6.084,77	2.333,14	999,92	32.779,29
OTROS	21.349,85	70.942,62	6.784,03	3.547,46	-	3.021,19	4.243,30	19.022,05	20.319,53	7.427,25	54.121,07	3.586,44	214.364,77
<b>INGRESO DE MES SIN IGV</b>	<b>246.182,52</b>	<b>311.683,69</b>	<b>200.526,81</b>	<b>115.594,89</b>	<b>157.331,54</b>	<b>181.838,57</b>	<b>264.932,46</b>	<b>190.981,46</b>	<b>344.037,43</b>	<b>169.984,57</b>	<b>210.455,15</b>	<b>122.469,01</b>	<b>2.516.018,10</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 7. Estado de resultados 2015 - Mano de obra**

<b>SUSTENTADO: MANO DE OBRA</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	50.936,16	59.513,06	6.819,11	5.906,91	146,19	-	10.834,36	16.830,93	19.339,98	25.357,01	946,80	2.786,55	199.417,07
TIERRA Y ARCILLA	97,46	-	-	-	-	-	-	-	98.568,64	194,92	-	-	98.861,02
TRANSP. FORTES	470,19	169,34	103,22	134,30	-	-	-	-	-	-	-	-	877,05
TRANSP. CERAMICOS	2.977,75	4.223,15	3.489,75	4.982,43	8.539,50	6.542,76	5.628,32	7.271,46	6.394,27	5.715,09	9.802,75	3.264,53	68.831,76
TRANSP. EXTERNO	14.548,06	13.284,21	19.124,48	868,00	1.693,68	19.469,81	31.002,51	652,46	-	-	-	-	100.643,19
DESMONTE	667,78	560,03	97,46	-	-	245,94	1.354,83	163,32	97,46	667,78	373,35	644,00	4.871,94
OTROS	5.764,46	9.716,11	1.899,53	974,58	-	1.389,75	594,06	2.970,31	1.949,15	1.921,49	5.751,73	1.322,50	34.253,65
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MOD</b>	<b>- 75.461,85</b>	<b>- 87.465,90</b>	<b>- 31.533,54</b>	<b>- 12.866,21</b>	<b>- 10.379,37</b>	<b>- 27.648,26</b>	<b>- 49.414,09</b>	<b>- 27.888,48</b>	<b>- 126.349,51</b>	<b>- 33.856,28</b>	<b>- 16.874,62</b>	<b>- 8.017,59</b>	<b>- 507.755,69</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 8. Estado de resultados 2015 - Combustible**

<b>SIN SUSTENTO: COMBUSTIBLE</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	8.418,00	6.210,00	4.588,50	1.615,75	191,67	-	1.196,00	4.594,59	4.565,50	7.158,75	448,50	385,25	39.372,51
TIERRA Y ARCILLA	1.037,30	-	1.037,30	258,75	1.553,65	1.337,45	3.936,45	4.071,00	21.815,50	627,90	1.514,55	1.296,05	38.485,90
TRANSP. FORTES	6.428,91	6.015,08	4.052,31	4.875,38	-	-	-	-	-	-	-	-	21.371,68
TRANSP. CERAMICOS	53.192,79	59.253,79	56.331,46	68.682,61	114.403,83	82.918,81	84.767,13	103.072,61	87.413,92	84.868,12	113.542,93	89.600,86	998.048,85
TRANSP. EXTERNO	20.873,30	20.242,60	33.686,80	1.393,57	517,50	19.469,81	32.819,51	506,00	-	-	-	8.103,25	137.612,33
DESMONTE	1.457,05	1.120,10	166,75	-	-	557,75	1.721,55	207,00	57,50	1.602,76	801,38	115,00	7.806,83
OTROS	7.044,90	25.342,80	2.035,50	1.253,50	-	2.658,64	2.773,64	7.488,84	7.488,84	2.272,55	1.288,00	1.161,50	60.808,72
													-
<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>- 98.452,25</b>	<b>- 118.184,37</b>	<b>- 101.898,62</b>	<b>- 78.079,56</b>	<b>- 116.666,65</b>	<b>- 106.942,46</b>	<b>- 127.214,28</b>	<b>- 119.940,03</b>	<b>- 121.341,26</b>	<b>- 96.530,07</b>	<b>- 117.595,35</b>	<b>- 100.661,90</b>	<b>- 1.303.506,82</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 9. Estado de resultados 2015- Provisiones de material**

<b>PROVISIONES: MAT</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	4.178,33	4.249,36	3.742,10	4.199,80	383,33	-	1.392,78	4.178,33	670,83	7.666,67	689,98	1.341,67	32.693,17
TIERRA Y ARCILLA	-	-	-	-	-	-	-	-	7.666,67	90,96	-	51,09	7.808,72
TRANSP. FORTES	191,67	191,67	191,67	191,67	-	-	-	-	-	-	-	-	766,67
TRANSP. CERAMICOS	1.725,00	1.916,67	1.916,67	2.108,33	2.108,33	1.916,67	1.916,67	1.916,67	1.916,67	1.916,67	1.916,67	1.916,67	23.191,67
TRANSP. EXTERNO	9.029,80	9.033,25	9.801,45	11.025,05	11.356,25	9.949,80	8.719,30	10.056,75	10.067,10	11.080,25	14.398,00	9.036,70	123.553,70
DESMONTE	782,00	697,67	191,67	-	-	766,67	938,40	191,67	19,17	1.289,03	766,67	-	5.642,95
OTROS	644,00	1.803,20	322,00	617,11	-	766,67	469,20	5.750,12	1.916,67	1.226,67	6.976,71	1.635,57	22.127,90
<b>REPARACIONES</b>	<b>- 16.550,80</b>	<b>- 17.891,81</b>	<b>- 16.165,55</b>	<b>- 18.141,96</b>	<b>- 13.847,91</b>	<b>- 13.399,80</b>	<b>- 13.436,34</b>	<b>- 22.093,53</b>	<b>- 22.257,10</b>	<b>- 23.270,25</b>	<b>- 24.748,02</b>	<b>- 13.981,70</b>	<b>- 215.784,78</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>55.718</b>	<b>88.142</b>	<b>50.929</b>	<b>6.507</b>	<b>16.438</b>	<b>33.848</b>	<b>74.868</b>	<b>21.059</b>	<b>74.090</b>	<b>16.328</b>	<b>51.237</b>	<b>-192</b>	<b>488.971</b>
<b>PORCENTAJE RENTABILIDAD X MES</b>	<b>23%</b>	<b>28%</b>	<b>25%</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>19%</b>	<b>28%</b>	<b>11%</b>	<b>22%</b>	<b>10%</b>	<b>24%</b>	<b>0%</b>	<b>19%</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 10. Estado de resultados 2015 - Gastos Adm. y Financieros**

INGRESO Y GASTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
UTILES DE OFICINA	50,00	89,00	181,00	20,00	17,00	59,90	189,00	66,33	96,00	36,10	36,10	36,36	876,79
GASTOS REPRESENTATIVOS	693,30	978,27	1.055,78	439,91	1.583,68	923,81	1.143,77	967,80	202,36	703,86	747,85	879,82	10.320,20
COMIDA													
TELEFONOS	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	208,04	208,04	2.808,54
SUELDOS YVAN	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	72.000,00
ADMINISTRACION	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	2.400,00	1.200,00	1.200,00	700,00	700,00	14.600,00
SUELDO COMERCIAL	750,00	750,00	750,00	750,00	200,00	500,00	500,00	700,00	500,00	500,00	850,00	850,00	7.600,00
SUELDO CAJERA	750,00	750,00	750,00	500,00	750,00	750,00	750,00	1.125,00	750,00	750,00	850,00	850,00	9.325,00
SUELDO LOGISTICA	-	-	-	200,00	750,00	750,00	750,00	1.125,00	750,00	750,00	850,00	850,00	6.775,00
ISIS RODRIGUEZ LACHE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.300,00	1.300,00	2.600,00
CONTABILIDAD	500,00	500,00	1.000,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	6.500,00
CAMARA FOTOGRAFICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	845,76	845,76
CAMIONETA FORD RANGER APV-810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.036,44	2.036,44
AUTO AMARILLO YVAN M2T-079	2.061,25	2.078,29	2.044,22	1.618,34	1.704,19	2.095,32	2.725,62	1.703,51	1.548,65	1.290,54	1.173,22	651,79	20.694,94
MANTENIMIENTO SIN ACTIVIDAD UNID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.550,85	6.675,67	11.226,52
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>12.212,59</b>	<b>12.657,62</b>	<b>13.189,04</b>	<b>11.436,29</b>	<b>13.016,93</b>	<b>12.987,07</b>	<b>13.966,43</b>	<b>14.899,71</b>	<b>11.755,05</b>	<b>11.938,54</b>	<b>17.766,06</b>	<b>22.383,88</b>	<b>168.209,19</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>2.434,00</b>	<b>1.560,00</b>	<b>3.759,00</b>	<b>2.830,00</b>	<b>2.987,00</b>	<b>2.750,00</b>	<b>2.450,00</b>	<b>1.938,00</b>	<b>1.677,00</b>	<b>2.311,00</b>	<b>6.866,00</b>	<b>1.977,00</b>	<b>33.539,00</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L



**Anexo 11. Estado de resultado 2016 - Ingresos**

<b>DETALLE POR MES</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	64.963,80	75.000,71	12.879,39	10.821,20	721,81	-	19.926,39	22.902,59	17.494,07	40.922,75	1.916,73	5.811,51	273.360,95
TIERRA Y ARCILLA	1.932,20	-	1.932,20	483,05	2.466,10	2.491,53	7.334,75	7.156,78	165.954,10	1.169,49	2.822,03	2.415,25	196.157,49
TRANSP. FORTES	8.665,54	8.198,25	5.287,13	6.724,19	-	-	-	-	-	-	-	-	28.875,11
TRANSP. CERAMICOS	59.664,17	66.706,92	64.099,69	75.630,19	128.871,28	94.623,42	94.474,67	116.736,88	97.176,17	93.970,86	129.175,11	94.279,89	1.115.409,25
TRANSP. EXTERNO	55.002,11	55.007,06	83.693,91	3.773,92	4.750,85	56.434,22	98.749,83	1.719,26	-	-	-	-	359.131,16
DESMONTE	5.278,86	4.427,12	579,66	-	-	1.944,21	6.200,58	1.014,41	869,49	5.291,10	2.028,81	869,49	28.503,73
OTROS	18.565,08	61.689,24	5.899,15	3.084,75	-	2.627,12	3.689,83	16.540,92	17.669,15	6.458,47	47.061,80	3.118,64	186.404,15
<b>INGRESO DE MES SIN IGV</b>	<b>214.071,75</b>	<b>271.029,29</b>	<b>174.371,14</b>	<b>100.517,29</b>	<b>136.810,04</b>	<b>158.120,50</b>	<b>230.376,05</b>	<b>166.070,84</b>	<b>299.162,98</b>	<b>147.812,67</b>	<b>183.004,48</b>	<b>106.494,79</b>	<b>2.187.841,83</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 12. Estado de resultado 2016 - Mano de obra**

<b>SUSTENTADO: MANO DE OBRA</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	44.292,32	51.750,49	5.929,66	5.136,44	127,12	-	9.421,19	14.635,59	16.817,37	22.049,58	823,31	2.423,09	173.406,15
TIERRA Y ARCILLA	84,75	-	-	-	-	-	-	-	85.711,86	169,49	-	-	85.966,10
TRANSP. FORTES	408,86	147,25	89,76	116,78	-	-	-	-	-	-	-	-	762,65
TRANSP. CERAMICOS	2.589,34	3.672,31	3.034,56	4.332,55	7.425,66	5.689,36	4.894,19	6.323,01	5.560,24	4.969,65	8.524,13	2.838,72	59.853,71
TRANSP. EXTERNO	12.650,48	11.551,48	16.629,98	754,78	1.472,76	16.930,27	26.958,70	567,36	-	-	-	-	87.515,82
DESMONTE	580,67	486,98	84,75	-	-	213,86	1.178,11	142,02	84,75	580,67	324,66	560,00	4.236,47
OTROS	5.012,57	8.448,79	1.651,76	847,46	-	1.208,47	516,58	2.582,88	1.694,92	1.670,86	5.001,50	1.150,00	29.785,79
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MOD</b>	<b>- 65.619,00</b>	<b>- 76.057,30</b>	<b>- 27.420,47</b>	<b>- 11.188,01</b>	<b>- 9.025,54</b>	<b>- 24.041,96</b>	<b>- 42.968,77</b>	<b>- 24.250,85</b>	<b>-109.869,14</b>	<b>- 29.440,24</b>	<b>- 14.673,59</b>	<b>- 6.971,81</b>	<b>- 441.526,69</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 13. Estado de resultado 2016 - Combustible**

<b>SIN SUSTENTO: COMBUSTIBLE</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	7.320,00	5.400,00	3.990,00	1.405,00	166,67	-	1.040,00	3.995,29	3.970,00	6.225,00	390,00	335,00	34.236,96
TIERRA Y ARCILLA	902,00	-	902,00	225,00	1.351,00	1.163,00	3.423,00	3.540,00	18.970,00	546,00	1.317,00	1.127,00	33.466,00
TRANSP. FORTES	5.590,36	5.230,50	3.523,75	4.239,46	-	-	-	-	-	-	-	-	18.584,07
TRANSP. CERAMICOS	46.254,60	51.525,04	48.983,88	59.724,01	99.481,59	72.103,31	73.710,55	89.628,35	76.012,10	73.798,37	98.732,98	77.913,79	867.868,57
TRANSP. EXTERNO	18.150,70	17.602,26	29.292,87	1.211,80	450,00	16.930,27	28.538,70	440,00	-	-	-	7.046,30	119.662,90
DESMONTE	1.267,00	974,00	145,00	-	-	485,00	1.497,00	180,00	50,00	1.393,70	696,85	100,00	6.788,55
OTROS	6.126,00	22.037,22	1.770,00	1.090,00	-	2.311,86	2.411,86	6.512,03	6.512,03	1.976,13	1.120,00	1.010,00	52.877,15
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>-85.610,65</b>	<b>-102.769,02</b>	<b>-88.607,50</b>	<b>-67.895,27</b>	<b>-101.449,26</b>	<b>-92.993,44</b>	<b>-110.621,12</b>	<b>-104.295,68</b>	<b>-105.514,14</b>	<b>-83.939,19</b>	<b>-102.256,83</b>	<b>- 87.532,09</b>	<b>- 1.133.484,19</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 14. Estado de resultado 2016 - Provisiones de materiales**

<b>PROVISIONES: MAT</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
PIEDRA Y AGREGADO	3.633,33	3.695,10	3.254,00	3.652,00	333,33	-	1.211,11	3.633,33	583,33	6.666,67	599,98	1.166,67	- 28.428,84
TIERRA Y ARCILLA	-	-	-	-	-	-	-	-	6.666,67	79,10	-	44,43	6.790,19
TRANSP. FORTES	166,67	166,67	166,67	166,67	-	-	-	-	-	-	-	-	666,67
TRANSP. CERAMICOS	1.500,00	1.666,67	1.666,67	1.833,33	1.833,33	1.666,67	1.666,67	1.666,67	1.666,67	1.666,67	1.666,67	1.666,67	20.166,67
TRANSP. EXTERNO	7.852,00	7.855,00	8.523,00	9.587,00	9.875,00	8.652,00	7.582,00	8.745,00	8.754,00	9.635,00	12.520,00	7.858,00	107.438,00
DESMONTE	680,00	606,67	166,67	-	-	666,67	816,00	166,67	16,67	1.120,90	666,67	-	4.906,91
OTROS	560,00	1.568,00	280,00	536,62	-	666,67	408,00	5.000,10	1.666,67	1.066,67	6.066,70	1.422,23	19.241,65
													-
<b>REPARACIONES</b>	<b>- 14.392,00</b>	<b>- 15.558,10</b>	<b>- 14.057,00</b>	<b>- 15.775,62</b>	<b>- 12.041,66</b>	<b>- 11.652,00</b>	<b>- 11.683,78</b>	<b>- 19.211,77</b>	<b>- 19.354,00</b>	<b>- 20.235,00</b>	<b>- 21.520,02</b>	<b>- 12.158,00</b>	<b>- 197.020,88</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>48.450</b>	<b>76.645</b>	<b>44.286</b>	<b>5.658</b>	<b>14.294</b>	<b>29.433</b>	<b>65.102</b>	<b>18.313</b>	<b>64.426</b>	<b>14.198</b>	<b>44.554</b>	<b>-167</b>	<b>415.810</b>
<b>PORCENTAJE RENTABILIDAD X MES</b>	<b>23%</b>	<b>28%</b>	<b>25%</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>19%</b>	<b>28%</b>	<b>11%</b>	<b>22%</b>	<b>10%</b>	<b>24%</b>	<b>0%</b>	<b>19%</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

**Anexo 15. Estado de resultado 2016 - Gastos Adm. y Financieros**

INGRESO Y GASTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
UTILES DE OFICINA	50,00	89,00	181,00	20,00	17,00	59,90	189,00	66,33	96,00	36,10	36,10	36,36	876,79
GASTOS REPRESENTATIVOS													
COMIDA	693,30	978,27	1.055,78	439,91	1.583,68	923,81	1.143,77	967,80	202,36	703,86	747,85	879,82	10.320,20
TELEFONOS	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	312,06	208,04	208,04	208,04	208,04	2.808,54
SUELDOS YVAN	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	72.000,00
ADMINISTRACION	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	14.400,00
SUELDO CAJERA	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	10.200,00
SUELDO LOGISTICA	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00	10.200,00
ISIS RODRIGUEZ LACHE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.300,00	1.300,00	2.600,00
CONTABILIDAD	500,00	500,00	1.000,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	6.500,00
CAMIONETA FORD													
RANGER APV-810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.036,44	2.036,44
AUTO AMARILLO YVAN	2.061,25	2.078,29	2.044,22	1.618,34	1.704,19	2.095,32	2.725,62	1.703,51	1.548,65	1.290,54	1.173,22	651,79	20.694,94
M2T-079													
MANTENIMIENTO SIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.550,85	6.675,67	11.226,52
ACTIVIDAD UNID													
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>12.412,59</b>	<b>12.857,62</b>	<b>13.389,04</b>	<b>11.686,29</b>	<b>13.016,93</b>	<b>12.687,07</b>	<b>13.666,43</b>	<b>12.449,71</b>	<b>11.455,05</b>	<b>11.638,54</b>	<b>17.416,06</b>	<b>21.188,12</b>	<b>163.863,43</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>2.434,00</b>	<b>1.560,00</b>	<b>3.759,00</b>	<b>2.830,00</b>	<b>2.987,00</b>	<b>2.750,00</b>	<b>2.450,00</b>	<b>1.938,00</b>	<b>1.677,00</b>	<b>2.311,00</b>	<b>6.866,00</b>	<b>1.977,00</b>	<b>33.539,00</b>

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

## Anexo 16. Guía de remisión

**Transportes SAYVAN E.I.R.L.**  
Transporte por carretera y venta de agregados - ladrillos -  
piedra chancada - arcilla - arena gruesa, entre otros.  
CALLE RIO RAMIS MZA D LOTE 17 P.J. LUIS ALBERTO SANCHEZ  
CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
C.M. (9078091014 / 18) 0015482 / 979994950

R.U.C. 20487639282  
**GUIA DE REMISION REMITENTE**  
0001 Nº 006623

FECHA INICIO DEL TRASLADO: 30.01.2016 FECHA DE EMISIÓN: 30.01.2016

PUNTO DE PARTIDA: Cam. Pisco - Pisco - Pisco PUNTO DE LLEGADA: Cam. Pisco - Norte - Norte

UNIDAD DE TRANSPORTE: VOLVO / C80-94 MARCA Y N° DE PLACA: 2-1000003 CONDUCTOR: CARLOS SANCHEZ CARRERA

DESTINATARIO: INVERSIONES MOCC S.A. LICENCIA DE CONDUCTOR: C-1000003-9

R.U.C.: 20487639282 DOC IDENT: TRANSPORTISTA: TRANSPORTES SAYVAN E.I.R.L.  
R.U.C.: 20487639282

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MED.	PESO TOTAL
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	11	M3	

**INVERSIONES MOCC S.A.**  
**VIGILANCIA**  
FECHA: 30.01.2016  
H. INGRESO: 11:00  
H. SALIDA: 12:00  
FIRMA: \_\_\_\_\_

**RECIBIDO PLANTAMIENTOS**  
30 EN. 2016

☐ Venta sujeta a confirmación por el comprador  
☐ Traslado entre estab. de la misma empresa  
☐ Devolución  
☐ Otras (especificar): \_\_\_\_\_

☐ Recibo bienes  
☐ Importación  
☐ Exportación

☐ Traslado Zona Franca  
☐ Traslado por envío itinerante  
☐ Traslado de bienes para transformación

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L

## Anexo 17. Guía de remisión

**Transportes SAYVAN E.I.R.L.**  
Transporte por carretera y venta de agregados - ladrillos -  
piedra chancada - arcilla - arena gruesa, entre otros.  
CALLE RIO RAMIS MZA D LOTE 17 P.J. LUIS ALBERTO SANCHEZ  
CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
C.M. (9078091014 / 18) 0015482 / 979994950

R.U.C. 20487639282  
**GUIA DE REMISION REMITENTE**  
0001 Nº 006697

FECHA INICIO DEL TRASLADO: 29.02.2016 FECHA DE EMISIÓN: 29.02.2016

PUNTO DE PARTIDA: Cam. Pisco - Pisco PUNTO DE LLEGADA: Cam. Pisco - Norte - Norte

UNIDAD DE TRANSPORTE: VOLVO / 110-916 MARCA Y N° DE PLACA: 2-1000003 CONDUCTOR: CARLOS SANCHEZ CARRERA

DESTINATARIO: INVERSIONES MOCC S.A. LICENCIA DE CONDUCTOR: C-1000003-9

R.U.C.: 20487639282 DOC IDENT: TRANSPORTISTA: TRANSPORTES SAYVAN E.I.R.L.  
R.U.C.: 20487639282

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MED.	PESO TOTAL
ARENA FINEZA AMARILLA	11	M3	

**INVERSIONES MOCC S.A.**  
**VIGILANCIA**  
FECHA: 29.02.2016  
H. INGRESO: 11:00  
H. SALIDA: 12:00  
FIRMA: \_\_\_\_\_

**RECIBIDO PLANTAMIENTOS**  
29 FEB. 2016

☐ Venta sujeta a confirmación por el comprador  
☐ Traslado entre estab. de la misma empresa  
☐ Devolución  
☐ Otras (especificar): \_\_\_\_\_

☐ Recibo bienes  
☐ Importación  
☐ Exportación

☐ Traslado Zona Franca  
☐ Traslado por envío itinerante  
☐ Traslado de bienes para transformación

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L





## Anexo 20. Formato de mantenimiento

**TRANSPORTES SAYVAN E.I.R.L.**  
VEHICULO DE MATERIALES EN CARRETERA Y ACCESORIOS, TIERRA MOVIDA, RECLUTADO Y TRANSPORTE POR CARRETERA.

**DATOS GENERALES**

Responsable del área: ISAAC ACOSTA Q.

Marca: VOLVO NL 10 (6x4) 42 PTD 10 N° de serie: T1Q-938

Fecha	Descripción	Repuesto	Cantidad	Horario de inicio	Hora finalizada	Firma
14/04/16	FILTRO DE REFRIGERANTE-SE	FILTRO	1	10:00 AM	11:00 AM	[Firma]
18/04/16	DESGASTE DE ZAPATA	ZAPATA	1	02:40 PM	05:10 PM	[Firma]
04/05/16	PERNOS DESAJUSTADOS	—	—	11:00 AM	11:50 AM	[Firma]
13/05/16	ACEITE DE TRANS. MAL ESTADO	ACEITE	5 Galones	01:30 PM	02:40 PM	[Firma]
02/06/16	FILTRO DE ACEITE SATURADO	FILTRO	2	03:00 PM	04:00 PM	[Firma]
07/06/16	CULATA ABRIADA	—	—	1 DIA laborable	—	[Firma]
17/06/16	ALTA TEMPERATURA POR BOMBEO	LIQUIDO B	10 GALONES	08:00 AM	10:30 PM	[Firma]
27/06/16	RUPTURA DE MUELLES	MUELLE	1	02:10 PM	06:00 PM	[Firma]
02/07/16	PERNOS DESAJUSTADOS	—	—	10:00 AM	11:00 AM	[Firma]
14/07/16	FUGA DE UNGÜO DE FRENO	MANGUERA	2	08:00 AM	10:30 AM	[Firma]
14/07/16	RECARGA Y BOMBA DE UNGÜO FRENO	LIQUIDO	—	10:30 AM	11:30 AM	[Firma]
03/08/16	DESGASTE DE AMORTIGUADORES	AMORTIGUADOR	2	02:30 PM	04:20 PM	[Firma]
11/08/16	FILTRO DE ACEITE SATURADO	FILTRO	2	09:30 AM	10:40 AM	[Firma]

Fuente: Transporte SAYVAN E.I.R.L